BIOLOOGIA

BIOLOOGIA

IX KLASSILE

BIOLOOGIA

IX KLASSILE

URMAS KOKASSAAR
MATI MARTIN
MAIE TOOM

AVITA

RAKVERE
RAAMATUKOGU
REAALGÜMNAASIUM

Bioloogia 9. klassile
© Autorid: Urmas Kokassaar, Mati Martin, Maie Toom
© Illustratsioonid: Milvi Torim, Piia Maiste, Raul Lunija
© Kujundus ja küljendus: Janar Vaik
© Kujunduse idee: Mart Sõmermaa

Toimetaja: Ülle Kollist
Keeletoimetajad: Eda Kauksi, Annika Vesi

Värvilahutus: Avita
Printed by Jãna seta Publishers & Printers Ltd, Riga, Latvia

Haridusministeerium kinnitab: õpik vastab õppekavale.
ISBN 9985-2-0175-2
© Avita 1999

SISUKORD

1. Rakk ja koed 7
1.1. Raku ehitus 9
1.2. Taimeraku iseärasused 14
1.3. Rakkude paljunemine 17
1.4. Taimekoed 19
1.5. Loomsed koed 28

2. Ülevaade inimese elundkondadest 33
2.1. Luude koostis ja ehitus 34
2.2. Luud ja nende ühendused 37
2.3. Lihased tagavad keha liikumise 42
2.4. Vereringeelundkond ja südame ehitus 46
2.5. Veresooned ja vereringe 51
2.6. Hingamiselundkond 55
2.7. Sisenõrenäärmed 59
2.8. Närvisüsteemi ehitus ja talitlus 63
2.9. Närvid ja refleksid 67

3. Inimese meeleelundid 71
3.1. Silm on nägemiselund 72
3.2. Kuidas me näeme? 75
3.3. Kõrv on kuulmis- ja tasakaaluelund 79
3.4. Kuulmine ja tasakaal 82
3.5. Maitsmine, haistmine ja kompimine 86

4. Organid ja organsüsteemid 89
4.1. Taimeorganid 90
4.2. Organid ja organsüsteemid loomadel 93

5. Organismide pärilikkus ja muutlikkus 99
5.1. DNA, geenid, kromosoomid 100
5.2. Pärilik ja mittepärilik muutlikkus 104

5.3. Organismide paljunemisviisid ja muutlikkus ... 108
5.4. Pärilikud haigused ... 111
5.5. Muudetud pärilikkusega organismid ... 114

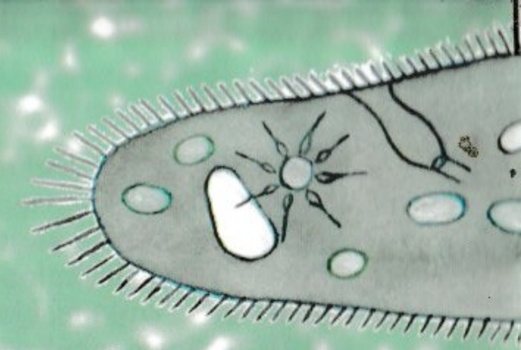
6. Organismide aine- ja energiavahetus ... 117

7. Loomade infosüsteemid ... 121

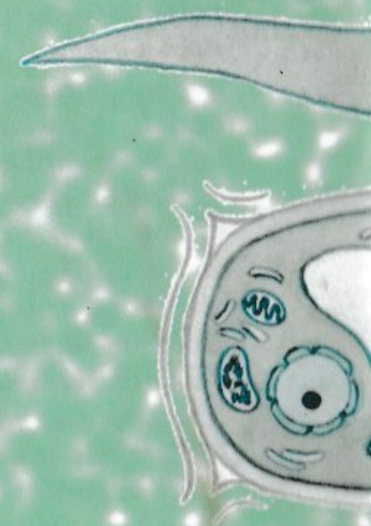
8. Bioloogiline evolutsioon ... 127
8.1. Looduslik valik ... 128
8.2. Liik ja liikide teke ... 132
8.3. Bioloogilise evolutsiooni tõendid ... 135
8.4. Elusloodus süsteem ... 138
8.5. Elu tekkimine ja taimeriigi evolutsioon ... 142
8.6. Loomariigi evolutsioon ... 145
8.7. Inimese evolutsioon ... 147
8.8. Inimrassid ... 150

9. Biosfäär ja looduse mitmekesisus ... 153
9.1. Biosfäär ... 154
9.2. Looduse mitmekesisus ... 156

9. Inimühiskond ja keskkonnakaitse ... 159
10.1. Keskkonnakaitse mõiste ja eesmärgid ... 160
10.2. Maailma rahvastiku kasv ... 163
10.3. Inimkonna toiduprobleemid ... 165
10.4. Loodusvarade kasutamine ... 166
10.5. Keskkonna saastumine ja kaitse ... 168
Kasutatud fotod ... 175

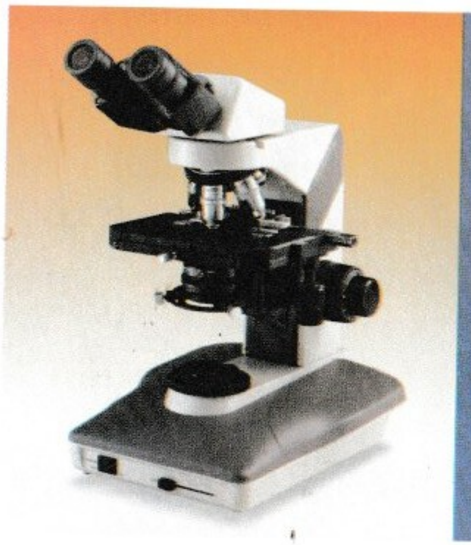


1. Rakk ja koed

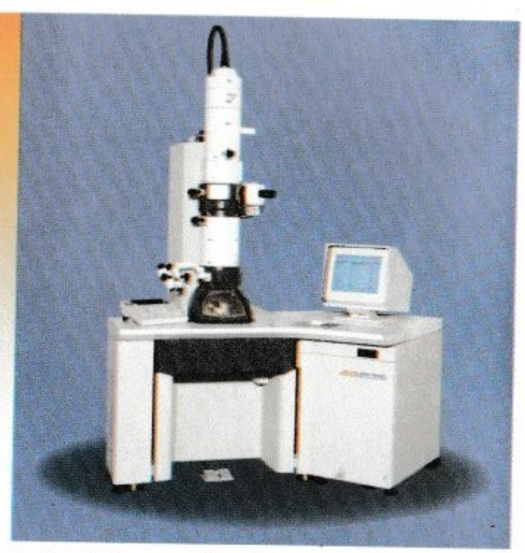


Rakk ja koed

Kõikidele organismidele on omane elutegevus. Nad elavad, kasvavad ja arenevad ning annavad järglasi. Loodusteadlasi on alati huvitanud, kuidas see toimub, milline on organismide ehitus ja millest nad koosnevad. Vastuste leidmine nendele küsimustele sai võimalikuks pärast mikroskoobi leiutamist ja kasutusele võtmist. Mikroskoobi abil avastati organismide rakuline ehitus. Avastus, et **kõik organismid koosnevad rakkudest** ja et **uued rakud tekivad olemasolevate rakkude jagunemise tulemusena,** on üks olulisemaid bioloogiateaduse ajaloos. Isegi üksteisest päritolult kaugete organismide rakud on küllaltki sarnased nii ehituse kui ka keemilise koostise poolest.



1.1. Valgusmikroskoop



1.2. Elektronmikroskoop

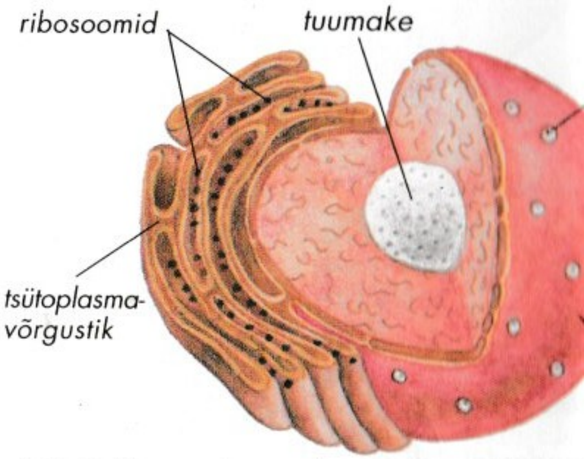
Raku avastas 1665. aastal inglane R. Hooke. Omavalmistatud kaheläätselise mikroskoobiga õhukest korgitükki vaadates nägi ta selle rakulist ehitust. Esimeseks silmapaistvaks rakkude ja mikroobide uurijaks peetakse aga R. Hooke'i kaasaegset A. van Leeuwenhoeki, kes kasutas omatehtud üheläätselisi mikroskoope. Nendega õnnestus tal uuritavaid objekte suurendada kuni 270 korda. Ta avastas ripsloomad, inimese vererakud, uuris taimede rakulist ehitust, jälgis mikroskoobiga lehetäide paljunemist ja palju muudki. Kõige selle tõendina on säilinud A. van Leeuwenhoeki tehtud täpsed joonised, mille alusel võib järeldada, et tal õnnestus näha isegi üksikuid baktereid. Mikroskoobi ehitust on aastakümnete jooksul täiustatud. Vastavalt sellele on suurenenud ka võimalused rakkude siseehituse uurimiseks. Tänapäevase valgusmikroskoobiga võib vaadeldavat objekti näha kuni 1200 korda suurendatult. Elektronmikroskoop suurendab sadu tuhandeid kordi.

1.1. Raku ehitus

Rakk on organismi ehituslik ja talitluslik üksus. Kõige väiksemad organismid koosnevad vaid ühest rakust, kõige suuremad aga miljarditest rakkudest, millest igaüks täidab kindlat ülesannet organismis. Vastavalt sellele erinevad rakud kujult ja suuruselt, ehituselt ja talitluselt. Enamik rakke on väga väikesed ja palja silmaga nähtamatud.

Raku ehituse järgi jaotuvad organismid kahte suurde rühma: eeltuumsed ja päristuumsed. **Eeltuumsetes** rakkudes pole rakutuum eristunud, st pärilikkusaine pole tsütoplasmast membraaniga eraldatud. Niisugused rakud on bakteritel.

Kõigi **päristuumsete** organismide rakkudes (taime-, looma- ja seenerakkudes) on **rakutuum**. Rakutuum on tavaliselt ümar ja suhteliselt suur, seega nähtav valgusmikroskoobis. Rakutuuma ümbritsevad kaks membraani, mis koos nende vahele jääva ruumiga moodustavad **tuumaümbrise**. Neis membraanides on poorid, mille kaudu tuumasisene plasma on ühenduses tuumavälise tsütoplasmaga. Poorid võimaldavad info- ja ainevahetust rakutuuma ja teda ümbritseva tsütoplasma vahel. **Rakutuum sisaldab pärilikkusainet ning suunab ja kontrollib raku elutegevust – kõiki rakus toimuvaid protsesse.** Kõige olulisemad on rakutuumas **kromosoomid,** mis seda pärilikkusainet sisaldavad. Päriliku informatsiooni alusel sünteesitakse organismis kõik valgud. Ka ensüümid, mis mõjutavad raku talitlust, on keemilise koostise poolest valgud. Tuuma kromosoomides talletatav pärilik informatsioon kandub edasi põlvkonnast põlvkonda. Kromosoomid on rakutuumas mikroskoobiga nähtavad ainult raku jagunemise ajal. Tuumas on alati kindel arv kromosoome, kusjuures nende arv ja kuju on organismi liigiomane tunnus.



1.3. Rakutuum, tsütoplasmavõrgustik ja ri
tsütoplasmavõrgustiku pinnal

Organism	Kromosoomide arv	Organism	Kromosoomide arv
Äädikakärbes	8	Kass	38
Isakärbes	12	Lammas	54
Aedhernes	14	Inimene	46
Tomat	24	Hobune	64

Tabel 1. Kromosoo
erinevate organismi
rakkudes

Rakutuuma ümbritseb **tsütoplasma**. See on koostiselt poolvedel, sest sisaldab rohkesti vett ning selles lahustunud orgaanilisi ja anorgaanilisi aineid. Tsütoplasmas paiknevad membraaniga ümbritsetud moodustised – **organellid**, mis on erineva ehituse ja talitlusega. Enamik neist on nähtavad ainult elektronmikroskoobiga vaadates. Raku olulisemad organellid on tsütoplasmavõrgustik, mitokondrid, ribosoomid, lüsosoomid ja Golgi kompleks.

Tsütoplasmavõrgustik koosneb arvukatest kanalikestest ja nende laienditest, mida mööda liiguvad rakus aiend. Tsütoplasmavõrgustiku pinnal sünteesitakse mitmesuguseid aineid. Osa tsütoplasmavõrgustiku kanaleid on seotud rakutuuma pooridega, ühendades nii tuuma tsütoplasmaga.

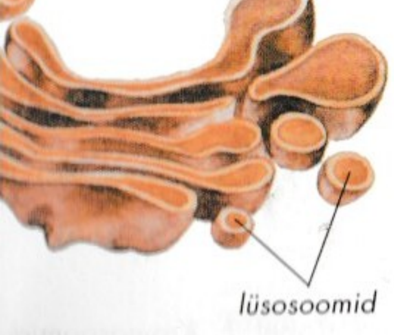
Eristatakse sileda- ja karedapinnalist tsütoplasmavõrgustikku. Siledapinnalisel tsütoplasmavõrgustikul sünteesitakse süsivesikuid ja rasvu. Kareda tsütoplasmavõrgustiku pinnal paiknevad ribosoomid, milles toimub valkude süntees. Sünteesitud ained liiguvad mööda tsütoplasmavõrgustiku kanaleid raku teistesse osadesse.

Mitokonder läbilõikes

Ühed olulised tsütoplasmas paiknevad organellid on **mitokondrid**. Nad varustavad rakku energiaga, mida on vaja elutegevuseks ja olemasolevate rakustruktuuride säilitamiseks. Hapnikku tarbides muundavad nad süsivesikutes ja rasvades peituva energia rakkudele kättesaadavaks. Seepärast nimetatakse neid ka raku jõujaamadeks. Mitokondrid võivad olla erineva kujuga – ümarad, ovaalsed, niitjad (läbimõõt 0,5–1 µm, pikkus kuni 7 µm). Mitokondrite hulk suureneb raku intensiivse talitluse puhul.

Ribosoomid on kõige väiksemad organellid (läbimõõduga 20–35 nm). Neis sünteesitakse valgud. Osa ribosoome on seostunud tsütoplasmavõrgustikuga, osa on vabalt tsütoplasmas.

Lüsosoomid on membraaniga ümbritsetud põiekesed (suurusega 0,25–0,5 µm), mis sisaldavad lõhustavaid ensüüme. Nende toimel lagunevad rakus mittevajalikud orgaanilised ühendid.

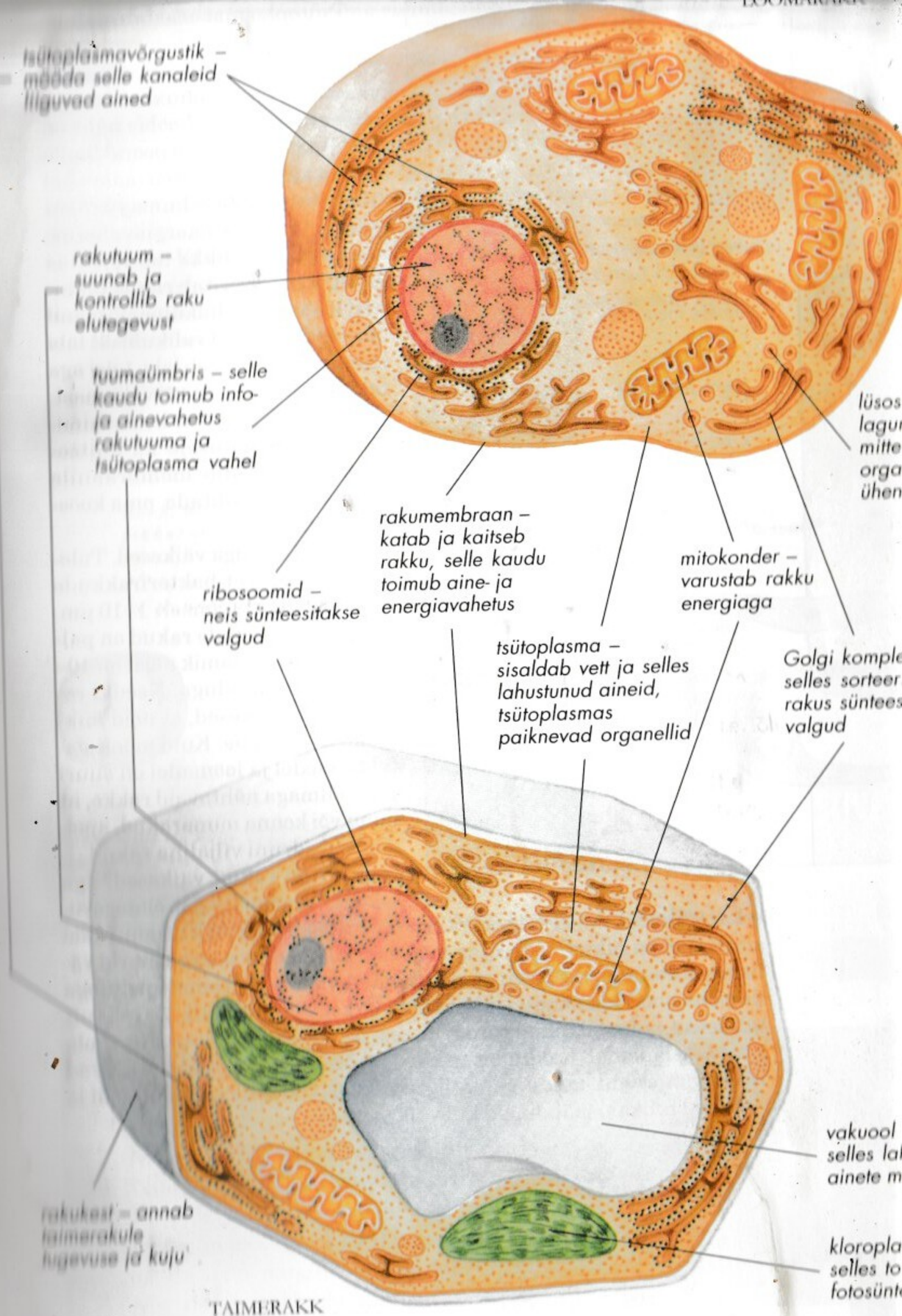


lüsosoomid

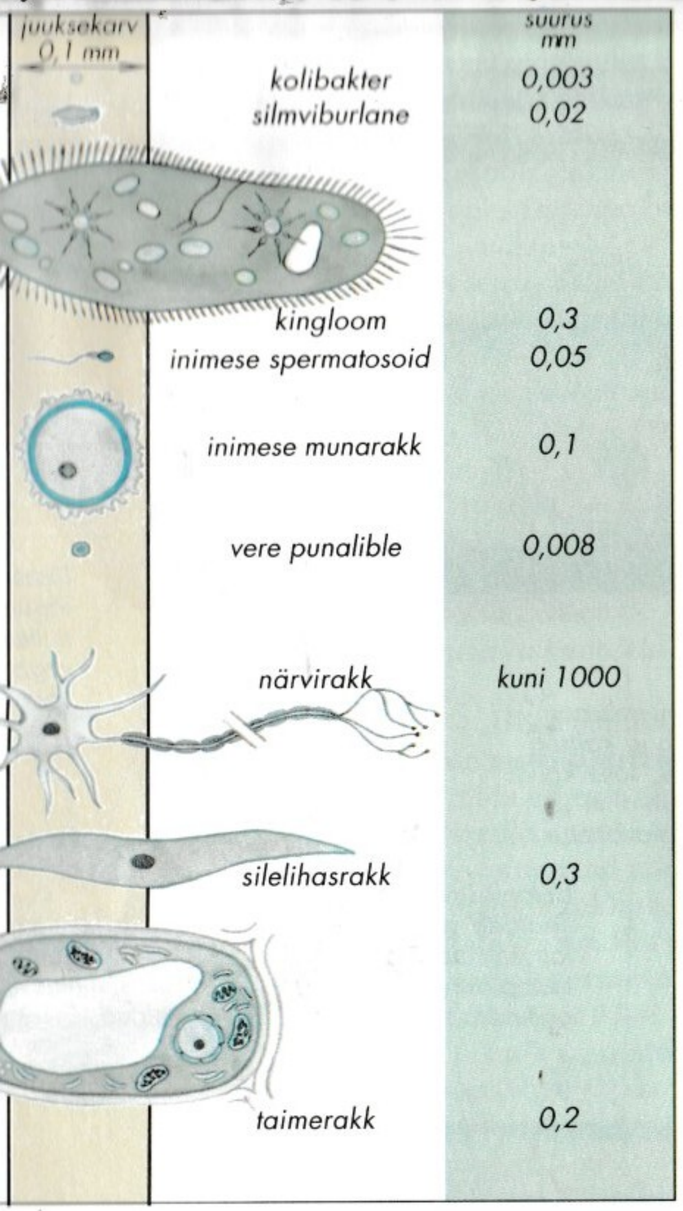
Golgi kompleks ja lüsosoomid

Golgi kompleks [loe: goldži] koosneb üksteise kohal asetsevatest lamedatest kotikestest ja neid ümbritsevatest põiekestest. Kõiki neid ühendavad kanalikesed, mis on omakorda seotud tsütoplasmavõrgustikuga. Golgi kompleksi tulevad ained tsütoplasmavõrgustikust. Golgi kompleksis toimub rakus sünteesitud valkude sorteerimine. Osa ensüümidena toimivatest valkudest eraldatakse lüsosoomidesse. Peale lüsosoomide tekitamise osaleb Golgi kompleks rakumembraani moodustamises.

Lisaks eespool põgusalt käsitletud organellidele on rakkudes mitmesuguseid sisaldisi ja struktuure.



TAIMERAKK

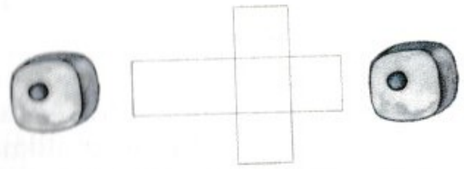


Tsütoplasmat eraldab nii teistest rakkudest kui ka ümbritsevast keskkonnast **rakumembraan**. See on imeõhuke, mistõttu pole valgusmikroskoobis nähtav. Rakumembraanis on poorid, mille kaudu naaberrakud on omavahel ühenduses. Läbi rakumembraani toimub aine- ja energiavahetus: rakk saab vajalikke toitaineid ja energiat ning eritab rakus tekkinud jääkaineid. Rakumembraanil on omadus aineid valikuliselt läbi lasta – ühtesid laseb läbi, teisi aga takistab sisenemast või väljumast. Rakumembraanil on lisaks aine- ja energiavahetusele ka kaitsefunktsioon. Tänu membraanile suudab rakk säilitada oma koostise ja ehituse.

Rakud on väga väikesed. Tuletame meelde, et bakterirakkude läbimõõt on keskmiselt 1–10 µm. Teiste organismide rakud on palju suuremad, enamik neist on 10–100 µm läbimõõduga. Needki rakud on nii väikesed, et neid mikroskoobita ei näe. Kuid mõningatel taimedel ja loomadel on suuri palja silmaga nähtavaid rakke, nt linnu või konna munarakud, apelsini või sidruni viljaliha rakud.

Miks on rakud väikesed? Iga rakuosa, organell, vajab elutegevuseks toitaineid, mis sisenevad rakku selle välismembraani kaudu. Mida suuremad on rakud, seda kaugemal asuvad nende sisestruktuurid välismembraanist. Seetõttu on nende varustamine toitainete ja infoga ümbritsevast keskkonnast kehvem või koguni puudulik. Järelikult talitlevad väikesed rakud paremini, sest nende sisestruktuurid on ümbritsevale lähemal. Rakkudes tekivad jääkained ning needki väljuvad välismembraani kaudu. Suured rakud vajavad rohkem toitaineid ja eritavad rohkem jääkaineid kui väikesed.

Raku kasvades suureneb tema ruumala rohkem kui tema pindala. Võrdleme kahte kuubikujulist rakumudelit. Väiksemal rakul on iga külje pikkus 1 cm. Selle raku pindala on 1 cm x 1 cm x 6 = 6 cm². Arvutame ka selle raku mahu: 1 cm x 1 cm x 1cm = 1 cm³. Järelikult on pindala suhe ruumalasse 6 : 1. Teise raku külje pikkus on 2 cm. Arvutame raku pindala: 2 cm x 2 cm x 6 = 24 cm². Teeme kindlaks ka ruumala: 2 cm x 2 cm x 2 cm = 8 cm³. See on kaheksa korda suurem kui väiksemal rakul. Pindala suhe ruumalasse on 24/8 ehk 3 : 1. Järelikult suureneb raku kasvamisel tema ruumala palju kiiremini kui pindala. Väikese raku pindala on küllaldane, et rahuldada tema vajadusi elutegevuseks. Suurte rakkude pindala aga osutub liiga väikeseks, et varustada rakku vajaliku toiduga ja eritada keskkonda jääkaineid. Seega ei saa rakud piiramatult suureneda.

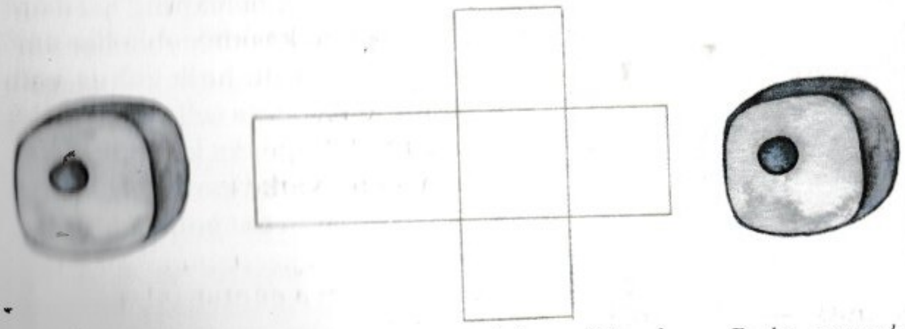


Rakk, mille iga külje pikkus on 1 cm

Raku pindala on 6 cm²

Raku ruumala on 1 cm³

Raku pindala ja ruumala suhe on 6:1



Rakk, mille iga külje pikkus on 2 cm

Raku pindala on 24 cm²

Raku ruumala on 8 cm³

Raku pindala ja ruumala suhe on 3:1

1.8. Raku kasvamisel suureneb tema ruumala kiiremini kui pindala

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

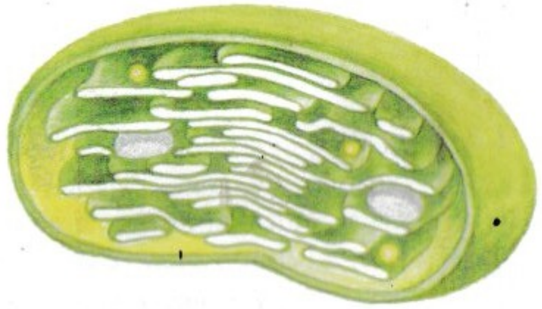
1. Millised on põhilised seisukohad organismide rakulise ehituse kohta?
2. Mille poolest erinevad eel- ja päristuumsed rakud?
3. Nimetage päristuumse raku peamised koostisosad.
4. Kirjeldage rakutuuma ehitust.
5. Missugused organellid paiknevad tsütoplasmas ning millised on nende ülesanded?
6. Mis piirab rakkude suurust?

1.2. Taimeraku iseärasused

Taimed ja loomad erinevad aine- ja energiavahetuse poolest. Vastavalt sellele on ka nende organismide rakkude ehituses olulisi erinevusi. Loomad toituvad põhiliselt teistest organismidest ning kasutavad energiat, mis vabaneb nende orgaaniliste ainete lõhustumisel lihtsamateks ühenditeks. Neist lihtsatest orgaanilistest ühenditest moodustavad loomorganismid kehaomaseid aineid. Erinevalt loomadest on taimede energiaallikaks päikesevalgus. Selle varal sünteesivad nad lihtsatest anorgaanilistest ainetest (veest ja süsihappegaasist) endale esmaseid orgaanilisi ühendeid. Fotosüntees toimub taimeraku **kloroplastides.**

9. Kloroplastid vesikatku leherakkudes

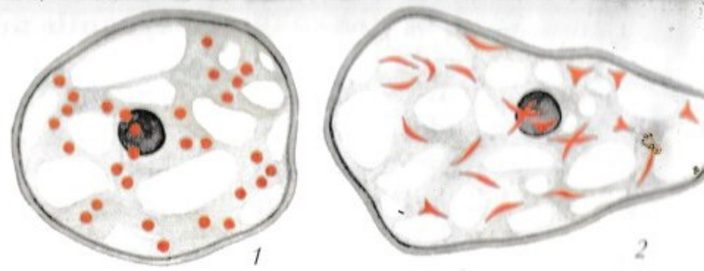
Kloroplastid on läätsekujulised taimedele iseloomulikud organellid. Neile annab rohelise värvuse pigment (värvaine) klorofüll, mille osalusel toimub fotosüntees. Kloroplaste võib rakus olla mitukümmend ning need annavadki taimerakkudele rohelise värvuse. Kloroplastide hulk rakus võib suureneda, sõltumata sellest, kas rakk paljuneb või ei. Lisaks klorofüllile sisaldavad kloroplastid karotinoide – kollaseid, harvem oranžpunaseid värvaineid.



1.10. Kloroplast läbilõikes

Karotinoidide olemasolu ilmneb sügisel, mil puude ja põõsaste lehed vananevad ja kaotavad oma tähtsuse taimede elus. Siis laguneb kloroplastides klorofüll ning karotinoidid muutuvad nähtavaks: lehed värvuvad kollaseks või punaseks.

Kromoplastid on karotinoide sisaldavad plastiidid. Erinevalt kloroplastidest võivad kromoplastid olla nurgelise kuju, neda põhjustavad kristallidena ladestunud värvained. Kromoplastid võivad anda õitele, viljadele ja juurtele kollase või oranžpunase värvuse. Ere värvus meelitab kohale õite tolmeldajaid ja viljade levitajaid.



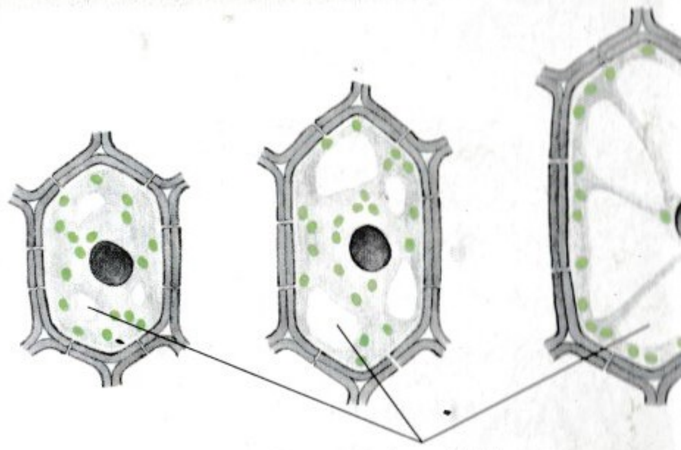
1.11. Kromoplastide suurus ja kuju olenevad taime l maikellukese (1) ja pihlaka (2) küpse viljaliha rakud

Leukoplastid on värvusetud plastiidid. Nende peamine ülesanne on varuainete, eelkõige tärklise talletamine, seetõttu on leukoplaste rohkesti taime maa-alustes osades (juurtes, risoomides, mugulates).

Kloro-, kromo- ja leukoplaste nimetatakse plastiididekс ning need organellid on iseloomulikud ainult taimerakkudele.

Plastiidid võivad teatud tingimustel muutuda, s.o üksteiseks üle minna. Näiteks tomati küpsemisel muutuvad kloroplastid kromoplastideks. Porgandi juure maapinnale ulatuv ots läheb valguse käes roheliseks, sest kromoplastid muutuvad kloroplastideks. Valguse mõjul värvub kartulimugul roheliseks, kuna leukoplastid muutuvad selles kloroplastideks.

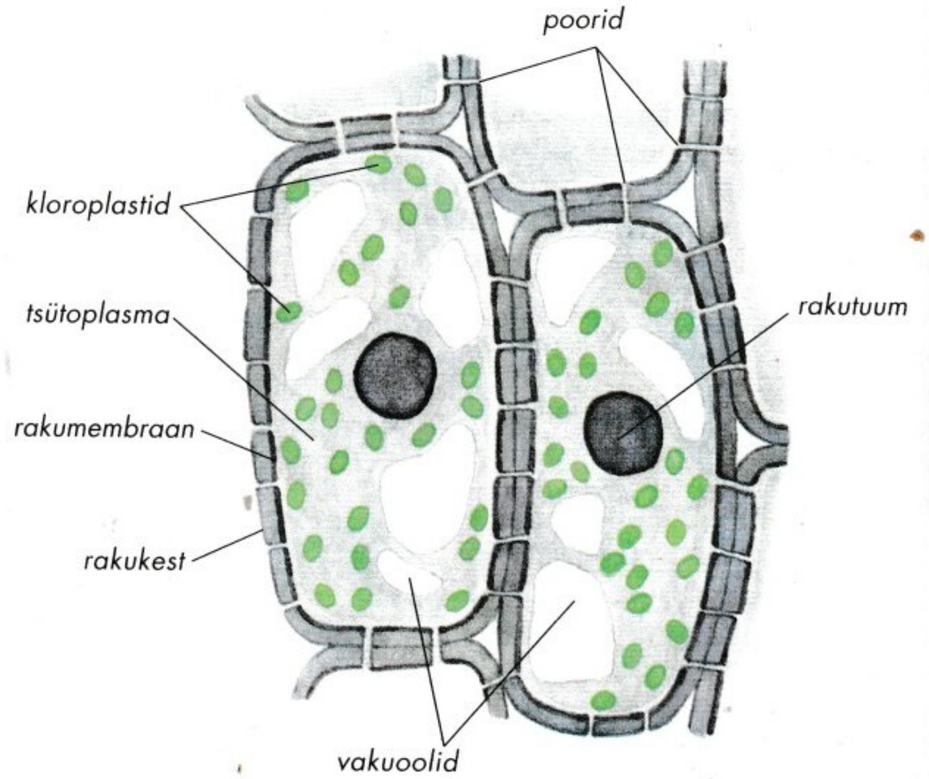
Erinevalt loomarakkudest on taimerakkudele iseloomulikud suured **vakuoolid** – õhukese membraaniga ümbritsetud rakumahla mahutid. Noortes rakkudes on mitu väikest vakuooli. Rakkude kasvades ja vananedes vakuoolid suurenevad ja liituvad. Tegeli on täiskasvanud rakus ainult üks suur keskne vakuool, mis surub tsütoplasma õhukese kihina vastu rakumembraani ja -kesta. See vakuool võib hõivata kuni 90% rakumahust. Vakuooli kogunеb nii jääk- kui ka varuaineid. Samuti võib rakumahl sisaldada mitmesuguseid värvaineid, millest oleneb paljude õite ja teistegi taimeosade värvus.



1.12. Rakkude kasvades ja vananedes vakuoolid nevad ja liituvad

Vakuoolid reguleerivad raku veesisaldust ja tekitavad raku siserõhu (pinevil oleku ehk turgori). See võimaldab säilitada rohtsete, puitumata taimeosade kuju. Veevaeguse korral väheneb rakkude siserõhk ja taim närtsib. Valminud marjade ja puuviljade maitse ja veesisaldus tulenevad põhiliselt rakumahla koostisest. Nii on arbuus vesine rohke rakumahla sisalduse tõttu. Sidruni hapu või õuna magus maitse on tingitud rakumahlas olevatest ainetest. Enamasti paikneвad ka mürktaimede mürgised ained rakumahlas.

Lisaks rakumembraanile ümbritseb taimerakku kest. Erinevalt rakumembraanist on see valgusmikroskoobis hästi nähtav. **Rakukest** annab taimerakule tugevuse ja kindla kuju. Noortel rakkudel koosneb rakukest põhiliselt tselluloosist. Rakkude vananemisel rakukest puitub või korgistub. Nagu rakumembraanis, nii on ka rakukestas poorid. Elusates rakkudes läbivad neid tsütoplasmaväädid, mis ulatuvad ühest rakust teise. Seetõttu on rakkude tsütoplasma omavahel seotud.



1.13. Taimede naaberrakud on ühendatud rakumembraani ja rakukesta läbivate pooride kaudu

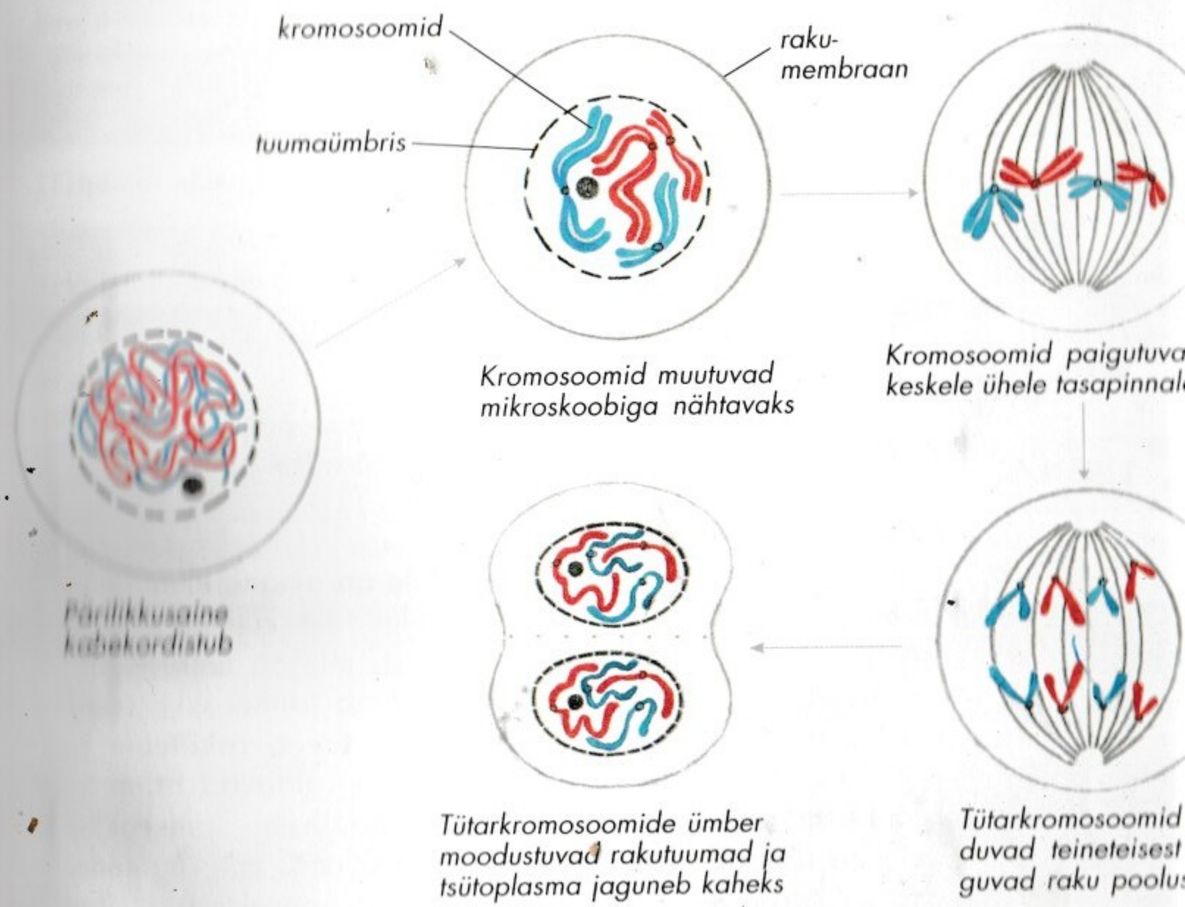
KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Millised on taimerakule iseloomulikud koostisosad?
2. Kuidas muutub rakukesta koostis taimeraku vananemisel?
3. Võrrelge kloro-, kromo- ja leukoplaste.
4. Millest võib olla tingitud õite ja viljade värvus?
5. Mis tähtsus on vakuoolidel taimeraku elutegevuses?

1.3. Rakkude paljunemine

Rakud on võimelised ennast taastootma. Uued rakud tekivad ainult olemasolevatest rakkudest. Rakk paljuneb jagunemise teel, ühest rakust tekib kaks tütarrakku. Kõigepealt toimuvad muutused rakutuumas. Enne raku jagunemist **pärilikkusaine kahekordistub**, tekivad tütarkromosoomid. Seetõttu on tekkivates tütarrakkudes niisama palju pärilikkusainet kui emarakus.

Seejärel **pärilikkusaine koondub**, mistõttu kromosoomid muutuvad valgusmikroskoobis nähtavaks. Kromosoomid on niitja või pulkja kujuga ning sisaldavad pärilikkusainet ja valke. Raku edasisel jagunemisel **tütarkromosoomid eemalduvad teineteisest ja paigutuvad**



1.14. Keharaku jagunemise skeem

raku poolustele. Tütarkromosoomide ümber moodustuvad rakutuumad. **Tsütoplasma jaguneb kaheks ja kattub rakumembraaniga**, taimedel ka rakukestaga.

Nii kujuneb ühest rakust kaks uut rakku, mis on sarnase pärilikkusega. Tütarrakkude vahel võrdselt jaotunud tütarkromosoomid säilitavad ja kannavad edasi infot pärilike tunnuste kohta. Neist oleneb, milliseks kasvab ja areneb üksik rakk ning organism tervikuna. Noored rakud kasvavad ja võivad uuesti jaguneda. Nii toimub rakkude jagunemine keharakkudes. Sugurakkudes lisandub sellele jagunemisele veel üks jagunemine.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Kuidas paljunevad rakud?
2. Milline osa on kromosoomidel rakkude paljunemisel?
3. Kirjeldage raku jagunemist õpiku joonise abil.

KOKKUVÕTE

Rakk on kõige väiksem osake, millele on omane elutegevus ja mis võib elada iseseisvalt. Iga elus rakk kujutab endast suletud ja osaliselt sõltumatut üksust, mis on ümbritsetud rakumembraaniga. Lisaks sellele katab taimerakku rakukest. Rakus on tsütoplasma, milles asuvad rakutuum ja organellid. Erinevalt loomarakkudest sisaldavad taimerakud plastiide – kloro-, kromo- ja leukoplaste. Taimerakkudele on iseloomulikud ka suured vakuoolid, mis reguleerivad rakkude veesisaldust ja tekitavad neis siserõhu. Taimerakkude ja loomarakkude erineva ehituse tõttu on nende organismide aine- ja energiavahetus erinevad.

Uued rakud tekivad olemasolevatest rakkudest nende jagunemise tulemusena. Rakutuumas on kromosoomid, mis säilitavad ja kannavad edasi infot raku pärilike tunnuste kohta.

1.4. Taimekoed

Enamik taimedest on hulkraksed organismid. Nad koosnevad suurest hulgast rakkudest, mis erinevad üksteisest nii ehituselt kui ka talitluselt. **Ühesuguse tekke, ehituse ja talitlusega rakud moodustavad kogumikke, mida nimetatakse kudedeks.** Kudedel on erinevad ülesanded, ehitus ja eluiga. Järgnevalt tutvume vaid õistaimede kudedega, sest nende ehitus on keerulisem kui teistel taimedel.

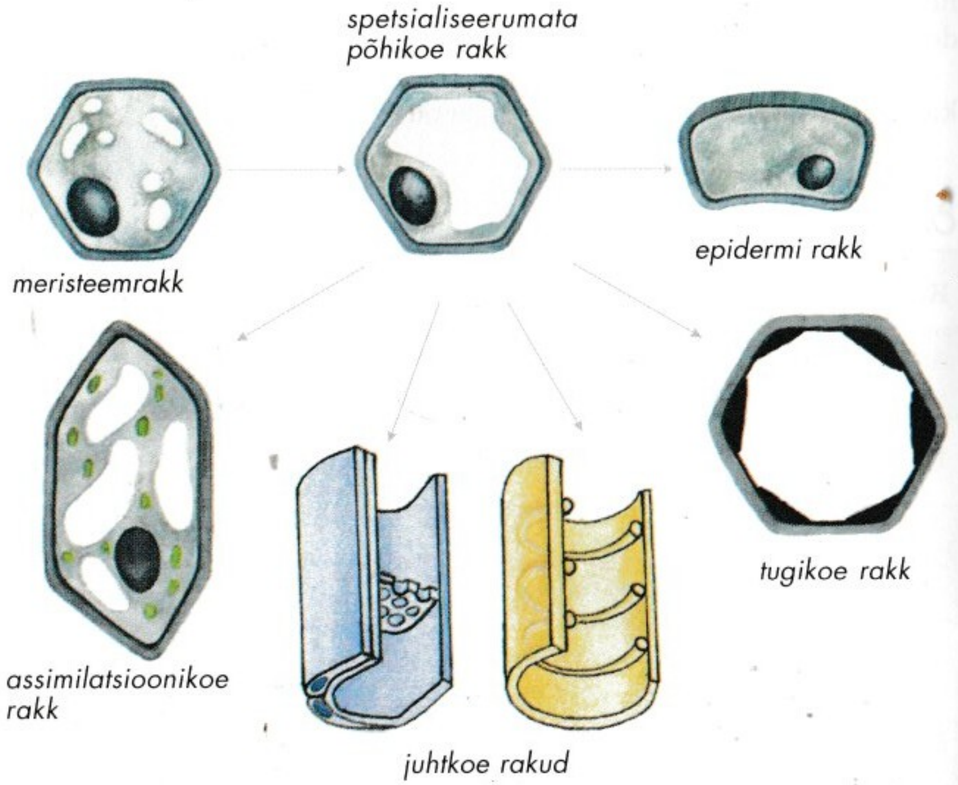
Rakkude paljunemisvõime ja ehituse alusel jaotatakse taimekoed kahte suurde rühma: algkudedeks ja püsikudedeks.

Õistaimede koed

Kude nimetus	Ülesanded, talitlus	Näited
Algkoed	rakud jagunevad kiiresti, neist kujunevad püsikoed,	
i) tipmine algkude	põhjustavad organite pikenemise	kasvukuhikud varre ja juure t
ii) külgmine algkude	võimaldavad organite jämenemist ja laienemist	kambium e mähk, mis asub v ja juures puidu ja niine vahel
iii) vahemine e vahealgkude	varte pikenemine	kõrreliste sõlmevahede alu osas
Püsikoed		
i) põhikude	ühendab erinevaid kudesid, võib moodustada taimes põhimassi	säsikiired, koore põhikude
a) assimilatsioonikude	fotosüntees	lehe põhikude
b) säilituskude	varuainete säilitamine	toitekude seemneis, säsi
ii) juhtkude	vee ja selles lahustunud ainete liikumine tõusva vooluna; orgaaniliste ainete liikumine laskuva vooluna	sooned ehk trahheed juhtki puiduosas; sõeltorud juht- kimbu niineosas
iii) tugikude	tugevuse andmine organeile	niine- ja puidukiud, kivisra
iv) kattekude	katab taime välispinda, kaitseb sisemisi kudesid mehaaniliste vigastuste, kuivamise, mikroobide ja teiste kahjustuste eest	epiderm, korkkude

Algkoed (meristeemid) toodavad rakke, millest kujunevad kõik teised koed.

Algkoe rakud on väikesed ning kaetud õhukeste tselluloossete kestadega. Nad poolduvad kiiresti ja piiramatult. Vakuoolid neis on tillukesed või puuduvad hoopis. Algkoe rakkude arengu käigus kujunevad neist püsikudede rakud, mis moodustavad taimekeha**. Eristatakse tipmisi, külgmisi** ja **vahemisi e vahealgkudesid.**



1.15. Algkoed toodavad rakke, millest kujunevad kõik teised koed

***Tipmised** algkoed paiknevad varre ja juure tippudes ning pungades, kus nad moodustavad kasvukuhiku. **Vahealgkoed** asuvad varre sõlmevahede alumises osas, lehtede ja õieraagude alusel ning aitavad nendel taimeosadel pikemaks kasvada. Ilmekalt avaldub see kõrreliste varte jõudsas pikenemises. **Külgmised** algkoed (kambiumirakud) paiknevad varres ja juures puidu- ja niineosa vahel. Nende jagunemise tagajärjel jämenevad varred ja juured.*

Vigastamisel tekib taimel haavakude ehk kallus, mis katab vigastatud koha.

Püsikoed võib jaotada nelja tähtsamasse rühma: põhikoed, tugikoed, juhtkoed ja kattekoed.

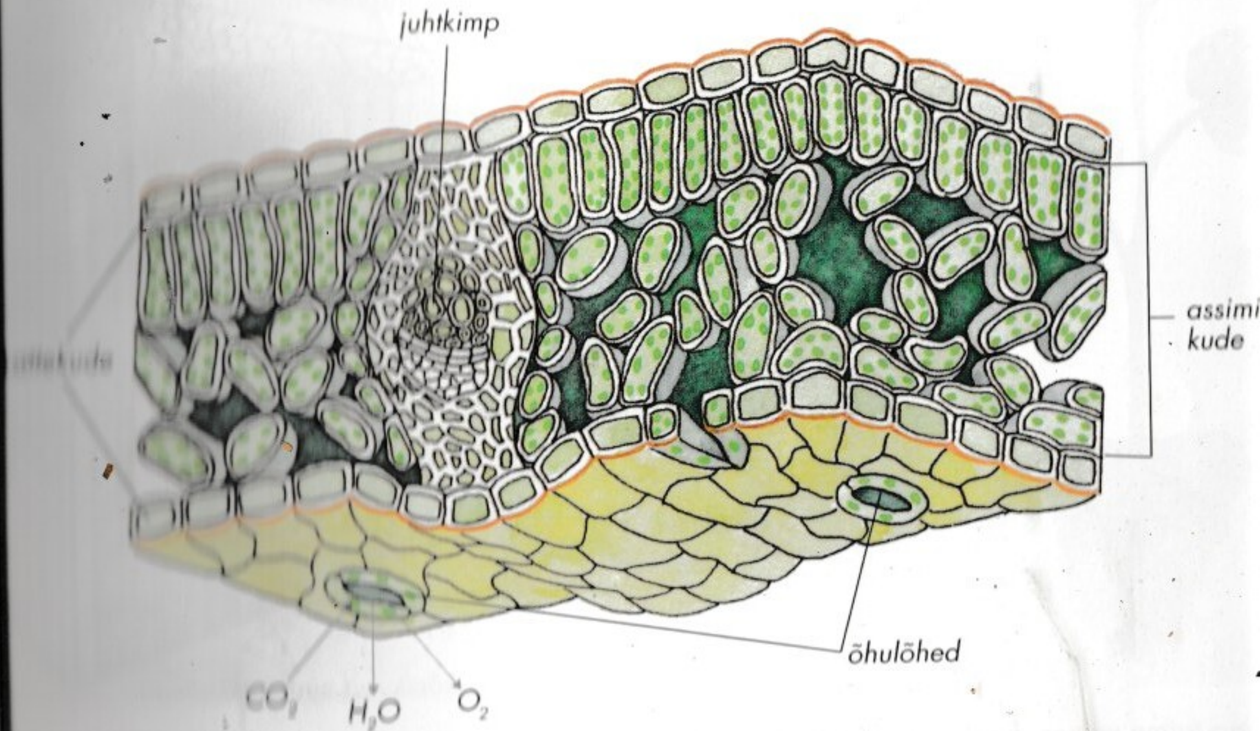
Põhikude on kõigis organites. Ta seob ja ühendab erinevaid kudesid ning võimaldab vee ja mitmesuguste ainete liikumist nende vahel. Põhikude koosneb elusatest tselluloosse kestaga rakkudest. Vastavalt rakkude ehitusele ja ülesannetele jaguneb põhikude **assimilatsioon-** ja **säilituskoeks**.

Assimilatsioon on orgaaniliste ainete süntees, mille käigus tekivad lihtsatest ainetest keerukad organismi koostisained.

Assimilatsioonikoes toimub fotosüntees. See kude paikneb taime maapealsetes organites, põhiliselt lehtedes. Assimilatsioonikoe rakud sisaldavad rohkesti kloroplaste ja ka vakuoole.

Assimilatsioonikoe rakud võivad erineda kujult ja suuruselt. Lehe piklikud, ühesteise kõrval asuvad rakud moodustavad sammaskoe, mis asub tavaliselt lehe pealmisel poolel. Neis rakkudes on rohkesti kloroplaste ja toimub intensiivne fotosüntees. Samas lehes asub sammaskoe all kobekude. See koosneb erineva kujuga rakkudest, mille vahele jäävad avarad õhuruumid. Kobekoe rakud sisaldavad tunduvalt vähem kloroplaste kui sammaskoe omad, seepärast on paljud lehed pealt tumedamad kui alt.

Kõikide taimeliikide lehtedes ei ole assimilatsioonikude eristunud samma- ja kobekoeks. Üldiselt sõltubki lehtede assimilatsioonikoe ehitus taimede süstemaatilisest kuuluvusest ja ka kasvutingimustest. Näiteks puude võra välimised lehed on hästi arenenud sammaskoega, halbades valgustingimustes olevatel lehtedel võib aga sammaskude olla eristumata.



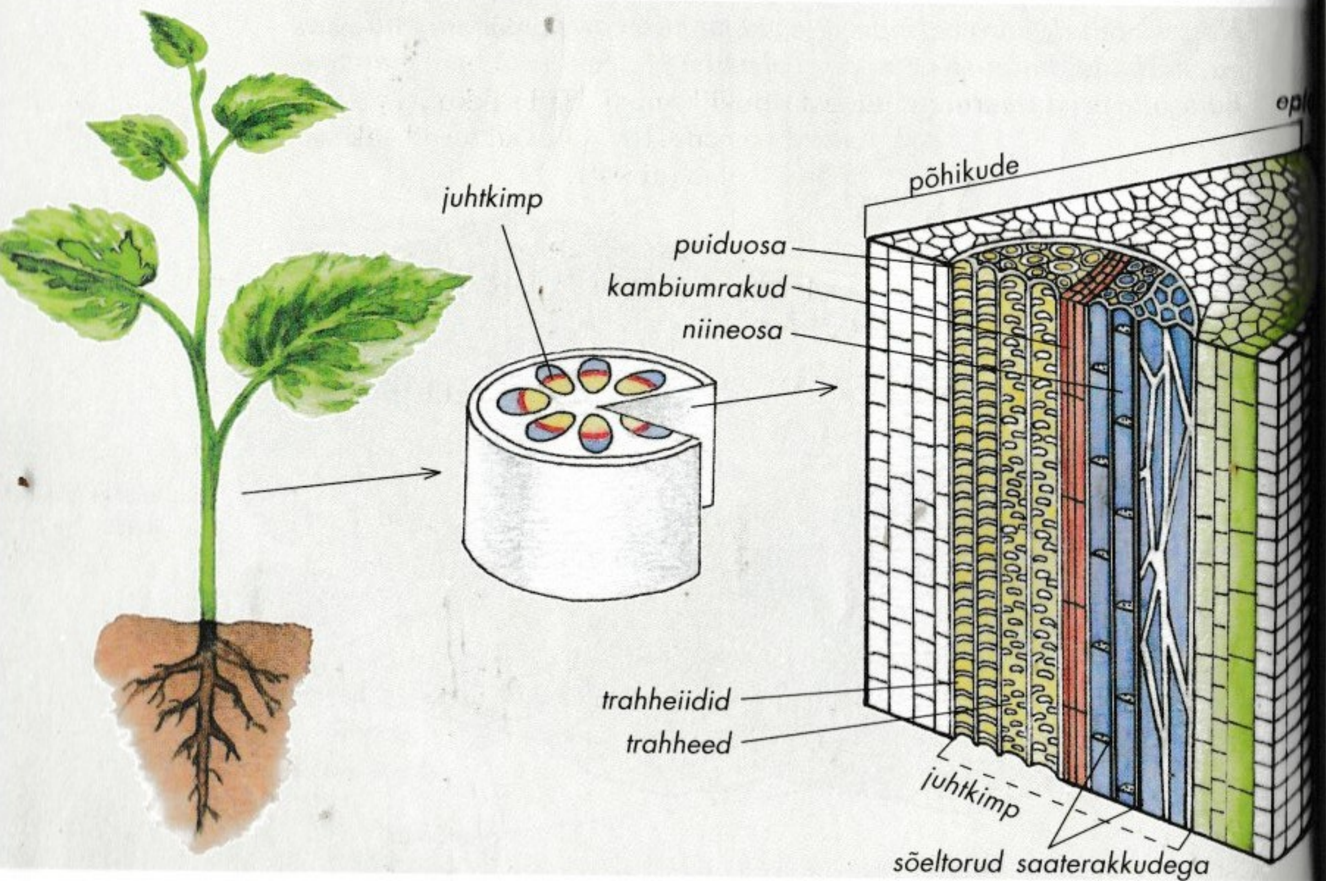
1.16. Lehe ristlõige. Assimilatsioonikoe rakkudes on palju kloroplaste, milles toimub fotosüntees

Säilituskoe rakkudesse kogunevad varuained. Nendeks on tärklise- ja valguterad, harvemini rasvatilgad. Varuained on taimele vajalikud selleks, et ta saaks uue kasvuperioodi algul hakata kiiresti kasvama. Säilituskudet leidub juures, risoomis, varres ja seemnetes.

Näiteks kartulimugul koosneb peamiselt säilituskoest, mille rakkudes on ladestunud tärkliseterad.

Peale varuainete võivad säilituskoed varuda ka vett ja õhku. Õhusäilituskude on tähtis veetaimedes, sest õhuga täidetud rakuvaheruumid hoiavad taimi vees hõljuvatena ja osalevad gaasivahetuses. ***Veesäilituskoe*** *rakud sisaldavad vakuoolides limaaineid, mis soodustavad vee kinnipidamist. Niisugused rakud on iseloomulikud lihaktaimedele (nt kaktustele, aaloedele, agaavidele), kes vihma ajal peavad vett koguma ja seda säilitama pikemaks kuivaperioodiks.*

Juhtkoe ülesandeks on ainete edasijuhtimine taimes. Juhtkude on eristunud puidu- ja niineosaks. Tavaliselt moodustavad puidu- ja niineosa **juhtkimpe**, mida võib lehtedes palja silmaga näha roodudena. Ka varre ja juure ristlõikel saab eristada juhtkimpe tillukeste täpikestena.



7. Juhtkimp taime varres. Puiduosas liiguvad ained ülespoole, niineosas allapoole.

Puiduosa ülesandeks on juurtest vee ja selles lahustunud ainete edasikandmine ülespoole kõigisse taimeosadesse. Niisugust ainete liikumist nimetatakse **tõusvaks vooluks**. Sellele vastassuunas liiguvad mööda **niineosa** kogu taimes laiali lehtedest fotosünteesi tagajärjel moodustunud orgaanilised ained. See on **laskuv vool**. Sageli (kaheidulehelistel taimedel) asub puidu- ja niineosa vahel õhuke algkoe rakkude – kambiumi – kiht. Taimede kasvuperioodil poolduvad need rakud kiiresti, tekitades endast väljapoole uusi niineosa rakke ning sissepoole uusi puiduosa rakke. Puidurakke tekib tunduvalt rohkem kui niinerakke, seepärast on mitmeaastastes vartes puiduosa palju suurem kui niineosa. Kambiumirakud ei jagune talvel, kui taime kasv seiskub. Lisaks puidu-, niine- ja kambiumirakkudele sisaldavad juhtkimbud tugikoe rakke.

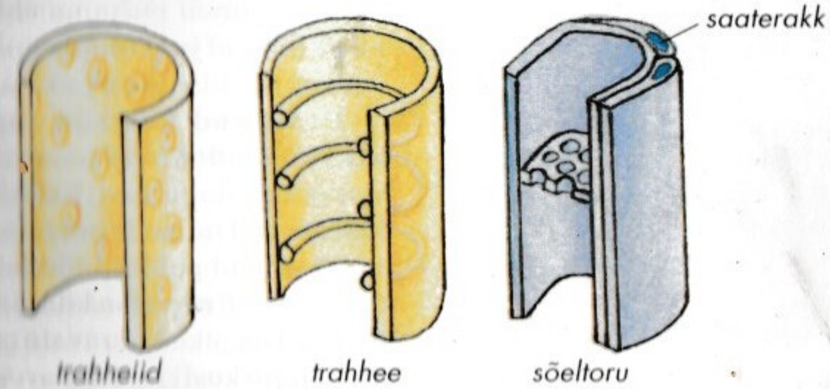
Juhtkimpude puiduosas moodustavad vett juhtiva süsteemi trahheiidid ja trahheed (sooned). Need on puitunud kestaga surnud rakud. **Trahheiidid** on suhteliselt pikad ja kitsad, otstest ahenenud rakud. Nende rakukestades võib olla mitmesuguseid pakendeid, nt spiraalseid või rõngasjaid. Ühest trahheiidist teise pääseb vedelik rakukestades olevate tillukeste avade (pooride) kaudu.

Sõnajalg- ja paljasseemnetaimede puidus juhivad vett ainult trahheiidid, sest trahheed neil taimedel puuduvad. Enamikul katteseemnetaimedest toimub vee liikumine peamiselt mööda trahheesid.

Trahheed on trahheiididest täiuslikumad. Neil rakkudel puuduvad otsamised rakukestad, seetõttu moodustuvad pikad torud ehk sooned. Nii liigub vesi piki trahheesid väga kiiresti.

Sarnaselt trahheiididele on trahheede rakukestad paksenenud, kuid mitte ühtlaselt. Paksendite kuju järgi trahheede rakukestades eristatakse rõngas-, spiraal-, võrk- ja poortrahheesid.

Sageli on trahheed trahheiididest jämedamad. Nii trahheiidid kui ka trahheed võivad talitleda mitu aastat, kuni nad ummistuvad.



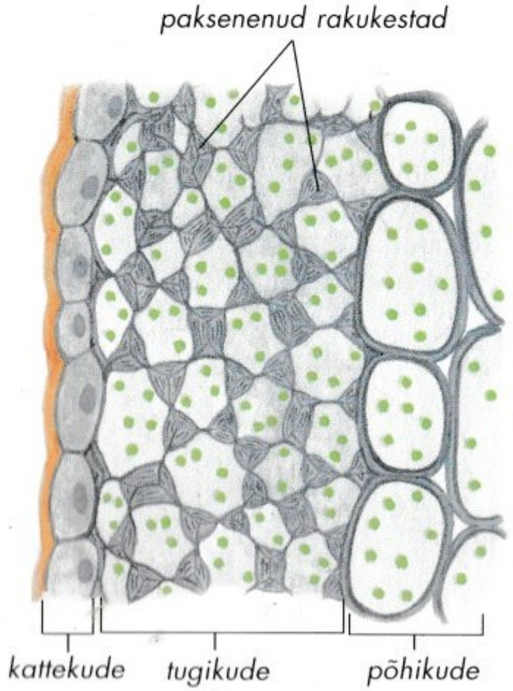
8. Juhtkoe rakud läbilõikes. Trahheed ja trahheiidid asuvad puiduosas, sõeltorud koos saaterakkudega niineosas.

Niineosa koosneb õistaimedel sõeltorudest ja saaterakkudest, sageli esineb tugikoerakke. Sõeltorud on piklikud elusad rakud, mis asetsevad kohakuti üksteise peal. Nende rakkude otsmistes rakukestades on palju poore, mistõttu neid nimetatakse sõelplaatideks. Sellest tuleneb ka nende rakkude nimetus – sõeltoru. Fotosünteesil moodustunud ained liiguvad ühest sõeltorust teise mööda tsütoplasmavääte, mis läbivad poore. Sõeltorud ja nende kõrval paiknevad piklikud **saaterakud** moodustavad ühtse süsteemi.

Enamasti talitlevad sõeltorud ainult ühe aasta. Hiljem võivad neis ladestuda varuained või need rakud lagunevad. Vanade niineosa rakkude asemele moodustuvad uued.

Tugikude annab taimeosadele tugevuse ja kujundab nende asendi ruumis.

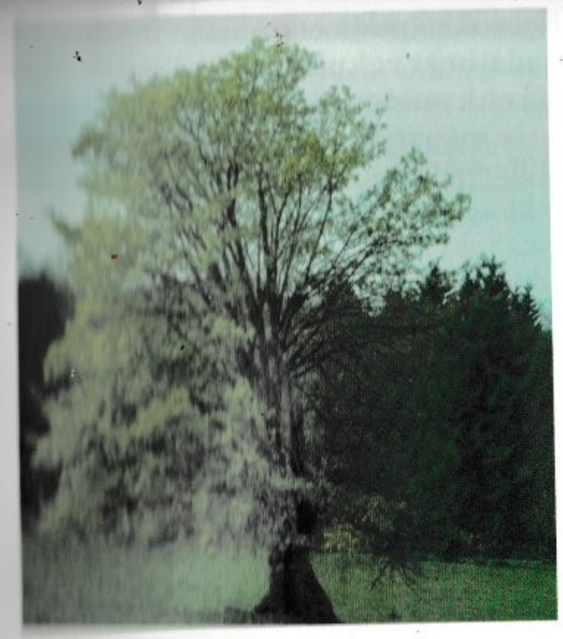
Mida tugevamini on arenenud varres tugikude, seda kõrgem võib olla taime maapealne osa. Varres asetseb tugikude kattekoe all ning lisaks sellele kuulub ta juhtkimpude koosseisu. Leheroodudes ja leherootsus ümbritseb tugikude juhtkimpe. Tugikoe rakud võivad olla erineva kuju ja ehitusega. **Rohtsetes taimeosades, näiteks leherootsudes ja noortes vartes, koosneb tugikude elusatest rakkudest.** Selle koe rakkude kestad on ebaühtlaselt paksenenud. Rakukesta paksendustesse võivad ladestuda pektiinained (need on polüsahhariidid, nt marjade ja puuviljade kuumutamisel suhkruga põhjustavad need hoidiste tarretumist). Pektiinained suudavad kergesti imada rakku ümbritsevatest rakuvaheruumidest vett ja anda seda vajadusel ära. Tänu sellele säilib lehelaba ja -rootsu siserõhk. Kui taim ei saa piisavalt vett, kaob siserõhk ja taim närtsib.



1.19. Rohtsete taimeosade tugikoes on rakukestad ebaühtlaselt paksenenud

Taime vananedes asendub elusatest rakkudest tugikude surnud rakkudest tugikoega. Rakukestadesse koguneb puitaine ehk ligniin, rakutuumad ja tsütoplasma lagunevad ning rakud täituvad õhuga.

Puitunud kestaga tugikoerakud on kiudude või ümarate, nn kivisrakkude kujulised. Kui kiudjad rakud asuvad taimede puiduosas, nimetatakse neid puidukiududeks, niineosas asuvaid aga niinekiududeks. **Puidukiud** on pikad, teravate otstega rakud, mille kesti läbivad arvukad poorid. Tugevate puitunud kestadega puidukiud liibuvad tihedasti üksteise vastu ja on toeks soontele, kaitstes neid



niinekiud

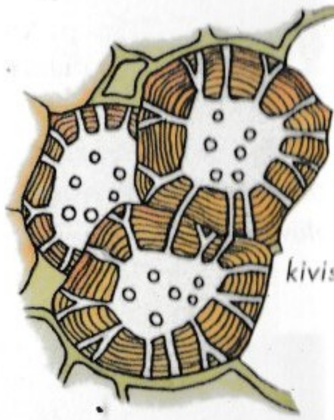
puidukiud

1.20. Puidukiud ja enamik niinekiude on puitunud kestaga tugikoerakud. Viimast niinekiududerohkest pärna koorest valmistati viiske.

teiste kudede surve eest. **Niinekiude** on taimede varte koores, juurtes ja ka lehtedes. Nad on pikemad kui puidukiud. Mõnedel taimedel on niinekiudude kestad puitumata, kusjuures nad jäävad tugevateks ja elastseteks. Näiteks lina ja kanepi pikki niinekiude kasutatakse tekstiilitööstuses kangaste kudumiseks (väikese 0,1–0,2 mm läbimõõduga lina niinekiu pikkus võib olla 2–4 cm, kanepil kuni 1 cm).

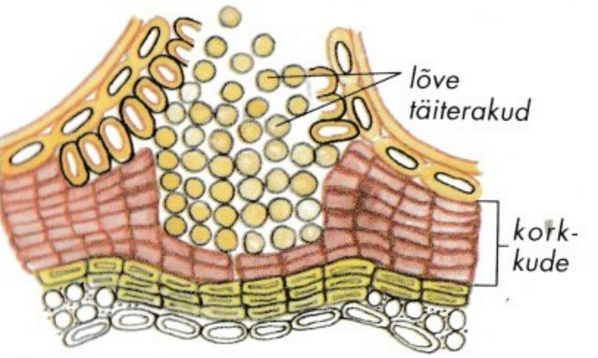
Tugikoe rakud võivad olla ka ümarad, kusjuures nende rakukestad on niivõrd paksenenud, et täidavad peaaegu kogu raku mahu. Neid rakke nimetatakse **kivisrakkudeks**. Kivisrakud asetsevad rühmadena (nt pirni viljalihas) või üksikult (nt kummipuu ja teepõõsa lehtedes).

Kattekude katab juurte, varte, lehtede, viljade ja teiste taimeosade pinda ning **kaitseb taime** mehhaaniliste vigastuste, ülekuumenemise ja madalate temperatuuride ning haigusi tekitavate mikroobide eest. Samuti reguleerib kattekude vee aurumist lehtedest ja gaasivahetust.



kivis

1.21. Sarapuupähkli seinas moodustavad rakud väga tugeva koe



.22. *Lõved on koheva koega täidetud vad korkkoes. Kõrvuti asuvate lõvede read n kasetüvel näha ristsuunaliste mustade triiudena.*

23. *Vana puu tüve katab korp*

Noored rohttaimede varred ja lehed on kaetud **ühest rakukihist koosneva kattekoe ehk epidermiga.** Epidermirakud on õhukese rakukestaga ja kloroplastideta ning nad liibuvad tihedasti üksteise vastu. Nende rakkude pind on kaetud tiheda läikiva kile, vahakihi või karvadega, mis moodustavad täiendava kaitse. Lehtedes ja rohelistes vartes on epidermirakkude vahel **õhulõhed**, mille kaudu toimub taimede gaasivahetus ja vee aurumine.

Sügisel muutuvad põõsaste ja puude noored oksad pruunikaks. See näitab, et epiderm on asendunud korkkoega. **Korkkude** on mitmekihiline, korgistunud kestadega, surnud rakkudest koosnev kattekude. Ta katab mitmeaastaste taimede varsi, juuri ja risoome ning pakub tõhusamat kaitset välismõjude eest kui epiderm.

Korkkoe all asuvad varre elusad rakud on väliskeskkonnaga ühenduses lõvede kaudu. **Lõved** on koheva koega täidetud avad korkkoes, läbi nende toimub gaasivahetus ja vee aurumine. Väliselt on lõved märgatavad väikeste kriipsukeste ja kühmukestena puude ning põõsaste võsude pinnal.

Vanadel puuokstel ja tüvedel moodustub aja jooksul korkkoest veelgi paksem kattekude – **korp**. Vanadel juurtel korpa ei teki, neid katab korkkude.

Korp tekib seetõttu, et puutüve jämenemisel kaasneb surve koorele. See katkeb pindmiselt. Lõhede alusel tekivad uued korkkoe kihid. Need elusad rakud, mis jäävad kahe korgikihi vahele, surevad. Järelikult koosneb korp erineva päritoluga rakkude kihtidest. Seoses tüve jämenemisega muutub korp aasta-aastalt paksemaks, kaitstes tüve järskude temperatuurikõikumiste, vigastuste ja kahjurite eest.

Taimedel esineb veel teisigi kudesid, näiteks erituskoed.

Erituskoed võivad olla taimedes väga erineva ehitusega. Nende ülesandeks on mitmesuguste ainete ja vee eritamine. Näiteks okaspuude vaigukäigud ja eeterlike õlide käigud tsitruselistel eritavad kaitseülesandega aineid, putuktoidulistel taimedel on lehtedel näärmed, mis eritavad seedemahlu. Taimede õites võivad olla tasku, koti või muu kujuga nektaariumid, mis moodustavad suhkrurikast vedelikku – nektarit. See on loomade ligimeelitamiseks, kes tolmeldavad taimi. Mitmete taimede lehed eritavad üleliigset vett liigniiskuse korral ka õhulõhedega sarnaste veelõhede kaudu. Seda võib näha troopikast pärit toataimedel. Nende leheservades on sageli vedelikutilgakesi.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Kuidas rühmitatakse taimekudesid?
2. Mille poolest erinevad algkoed püsikudedest?
3. Iseloomustage põhikudet ja selle ülesandeid.
4. Kirjeldage epidermi ehitust.
5. Mille poolest erineb korp korkkoest ja kuidas nad tekivad?
6. Missugustest kudedest moodustuvad juhtkimbud?
7. Millised ülesanded on juhtkimbu erinevatel osadel?
8. Mille poolest erinevad elusad ja surnud tugikoerakud ning kus nad paiknevad?

KOKKUVÕTE

Taimekoed koosnevad ühesuguse tekke, ehituse ja talitlusega rakkudest. Eristatakse alg- ja püsikudesid. Algkoe rakud jagunevad kiiresti, need kasvavad ja muutuvad erinevate püsikudede rakkudeks. Nii kasvavad taimed pikemaks ja jämenevad nende varred ja juured. Püsikudedeks on põhi-, juht-, tugi- ning kattekoed. Kõigi nende kudede rakud erinevad ehituselt ja talitluselt. Vastavalt rakkude ehitusele ja ülesannetele jaguneb põhikude assimilatsiooni- ja säilituskoeks. Assimilatsioonikoe rakkudes on rohkesti kloroplaste ning neis toimub fotosüntees. Säilituskoe rakkudes ladestuvad varuained. Juhtkude on eristunud puidu- ja niineosaks. Puiduosas toimub tõusev vool, millega kanduvad vesi ja selles lahustunud ained juurtest teistesse taimeosadesse. Niineosas toimub laskuv vool, millega liiguvad lahtedes (või ka rohelistes vartes) fotosünteesi tagajärjel moodustunud orgaanilised ained teistesse taimeosadesse. Tugikude annab tugevuse erinevatele taimeosadele. Kattekude kaitseb taime kahjulike välismõjude eest. Selle koe kaudu toimub transpiratsioon ja gaasivahetus. Kattekoe ehitus ja paksus muutub seoses taime vananemisega.

Kõik taimekoed talitlevad kooskõlastatult.

1.5. Loomsed koed

Loomsed koed erinevad üksteisest ehituselt ja ülesannetelt nagu taimekoedki. Kuid erinevalt taimekudedest on loomade kudedes **rohkesti rakuvaheainet**. **Loomsed koed koosnevad ühesuguse tekke, ehituse ja talitlusega rakkudest ning rakuvaheainest.** Vastavalt ehituse, talitluse ja arenemise iseärasustele eristatakse loomadel 4 põhilist koetüüpi. Need on epiteel-, side-, lihas- ja närvikude.

Organismi kudesid moodustavad rakud on kujult, suuruselt, ülesannetelt ja ka ealt erinevad. Ühed on lühemaealised ja uuenevad elu jooksul pidevalt – rakkude jagunemisel tekivad uued rakud, vanad aga surevad. Näiteks inimesel uuenevad valged verelibled ja mõned epiteelirakud väga kiiresti. Teiste kudede rakud on pikaealised ja jagunevad harva või ei uuene üldse, näiteks närvirakud ja südame lihaskoe rakud ei uuene. Närvide vigastamisel närvirakud ei taastu, südameinfarkti korral südame lihasrakud hävivad.

Erinevad koed kuuluvad ühtede ja samade organite (elundite) koosseisu, kusjuures nad mitte ainult ei külgne üksteisega, vaid ka tungivad naaberkudede sisse. Talitluslik seos avaldub kudede kooskõlastatud tegevuses. Näiteks mõjutab närvisüsteemi ja sisesekretsiooninäärmete talitlus kõiki teisi organeid ja kudesid.

omsed koed

oe nimetus	**Põhilised ülesanded, talitlus**	**Näited**
piteelkude	Katte- ja kaitsefunktsioon, imendumine, eritamine	Marrasknahk, soole- ja näärmeepiteel
idekude	Tugi-, toite- ja kaitsefunktsioon	Kõhr- ja luukude, veri
ihaskude	Liikumine, toestamine	Skeleti- ja siseorganite lihased
ärvikude	Ärrituste vastuvõtmine,ümbertöötamine, erutuste edasiandmine	Pea- ja seljaaju, närvid ja närvisõlmed

Järgnevalt tutvume loomsete koetüüpidega inimese kudede näitel.

Epiteelkude ehk epiteel katab kehapinda, vooderdab siseõõsi ja moodustab enamiku näärmetest.

Naha väliskihti moodustav epiteel kaitseb organismi väliskeskkonna kahjulike ainete ja mikroobide, samuti veekaotuse eest. Siseorganite õõsi katva epiteeli kaudu toimub mitmesuguste ainete imendumine ja eritamine. Näiteks osaleb sooleepiteel toidu seedimises ja imendumises. Epiteelkoes paiknevad näärmed, mis eritavad spetsiaalseid aineid – sekreete e nõresid. Alati leidub epiteelkudedes üksikuid rakke või rakurühmi, mis säilitavad pooldumisvõime. Tänu sellele on epiteelid taastumisvõimelised ja etendavad peamist osa haavade paranemisel.

Epiteelkoed uuenevad väga kiiresti, näiteks sooleepiteel kahe päeva, nahaepiteel kahe nädalaga.

Epiteelkude võib olla kas ühe- või mitmekihiline, sõltuvalt teda moodustavate rakukihtide arvust. Epiteeli moodustavate rakkude kuju järgi eristatakse lame-, kuup- ja silinderepiteeli. Mööd liiki epiteelirakke katavad ripsmed, selline ripsepiteel on näiteks hingamisteedes. Ühekihilised epiteelid paiknevad selliste elundite pinnal, mis võtavad osa ainevahetusest (nt soole pinnal). Teiste kudedega võrreldes on epiteelkoes väga **vähe rakuvaheainet**.

lameepiteel

ripsepiteel

kuupepiteel

1.24. Epiteelkoe rakud võivad olla erineva kuju

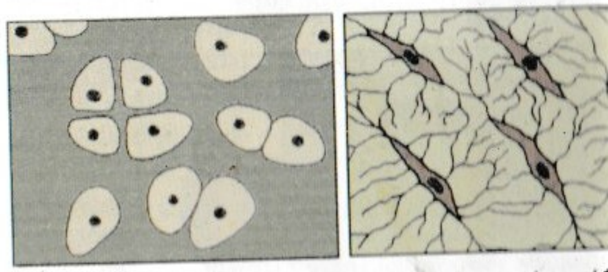
Sidekude ehk side-tugikude moodustab organite vahel sidemeid ja vahekihte, samuti koosneb sellest koest skelett.

Sidekoe all mõistetakse tervet rühma kudesid. Siia kuuluvad kohev ja tihe sidekude, rasvkude, kõhr- ja luukude ning veri. Kõiki neid talitluselt erinevaid sidekoe alaliike ühendab ühine päritolu (nad kujunevad loote sidekoest) ja osaline ehituslik sarnasus. Sidekoe hajusalt paiknevate rakkude vahel on **palju rakuvaheainet**.

Sidekoel on organismis täita mitmeid ülesandeid ehk funktsioone. Peamised neist on tugi-, toite- ja kaitseülesanne. Tugiülesanne seisneb selles, et sidekude (kõhr- ja luukude) moodustab elundite toese ning seob omavahel teisi kudesid (kohev ja tihe kiuline sidekude). Toiteülesanne avaldub sidekoe osavõtus organismis toimuvatest ainevahetusprotsessidest (veri). Kaitseülesannet täidavad need vererakud, mis hävitavad võõrkehasid ja mikroobe ning osalevad antikehade moodustamisel.

Kohev sidekude esineb tavaliselt organite vahekihtides. Tihe sidekude moodustab sidemeid ja kõõluseid, selgroogsete loomade nahas ka sügavamaid kihte.

Rasvkude on sidekoe eriliik, mille rakud (rasvarakud) on võimelised endasse rasva koguma. Moodustab nahaaluse rasvakihi, vähendades organismi soojuskadusid, sest rasv on halb soojusjuht. Rasvkude talletab organismi varuaineid, samuti on kaitseks mõnede siseelundite (nt neerude) ümber.



1.25. Kõhrkude ja luukude on side-tugikoed

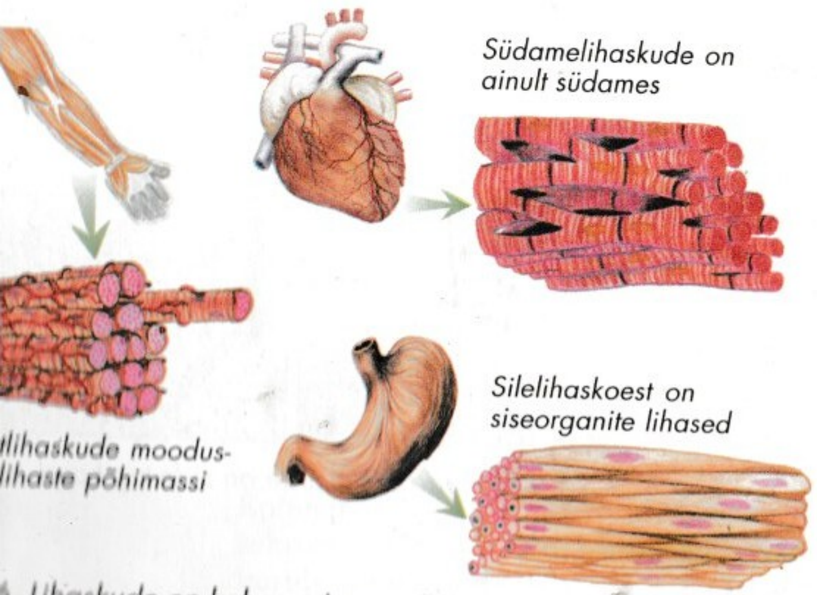
Kõhr- ja luukoel on tugi- ja kaitsefunktsioon – nad moodustavad organismi toese ning on kaitseks siseorganite ja **Kõhrkude** on elastne, seda on lii-

gestes, selgroolülide vahel ja mujal. Näiteks koosnevad kõhrkoest, mis on elastne ja pisut kollane, inimese kõrvalestad. Inimese skelett on looteeas enne luustumist kõhreline. Kõhrkaladel koosneb kogu toes kõhrest. **Luukude** on kõva ja vaid veidi elastne. Erinevalt teistest sidekudedest on luukoe rakuvaheaines lisaks kiududele suurel hulgal mineraalaineid (kaltsiumi-, fosfori-, magneesiumisooli), mis annavad talle tugevuse ja vastupidavuse. Luukoe rakud on haralise kujuga, sellest koest koosnevad selgroogsete loomade luud.

Veri on omapärane sidekude, milles rakkudevaheline aine (vereplasma) on vedel. Vereplasmas on vererakud: punalibled (erütrotsüüdid), valgelibled (leukotsüüdid) ja vereliistakud (trombotsüüdid). Vere põhiline ülesanne on kanda mitmesuguseid aineid ühtedest elunditest teistesse, st tal on transpordifunktsioon. Veri varustab kõiki elundeid toitainete ning hapnikuga ja viib neist ära ainevahetuse lõpp-produktid. Veri kannab organismis laiali ka hormoone ja teisi bioloogiliselt aktiivseid aineid, mis mõjutavad elundite talitlust, seega osaleb veri organismi hormonaalses regulatsioonis. Samuti on oluline vere kaitsefunktsioon, sest ta teeb kahjutuks organismi sattunud bakterid ja nende mürgid, lammutab võõraid valke. See funktsioon on seotud leukotsüütide ja antikehade olemasoluga veres.

Täiskasvanud inimese kehas on verd 4,5–6 l (umbes 6–8 % kehamassist). Veres on plasmat umbes 55, vererakke 45 %.

Lihaskude kuulub põhiliselt lihaste koosseisu. Organismi liikumine, samuti organismi sees toimuvad liikumised (nt vere ringlemine veresoontes, toidu liikumine seedekulglas) on võimalikud lihaskoe talitluse tõttu. Selle koe rakud võivad kokku tõmbuda (lüheneda) erinevate ärritajate toimel, mis põhjustabki liikumist. Eristatakse silelihaskude, vöötlihaskude ja südamelihaskude.



. Lihaskude on kolme erinevat tüüpi

Silelihaskude koosneb käävjatest rakkudest, milles on üks tuum. Teiste lihasrakkudega võrreldes on need suhteliselt lühikesed (pikkus kuni 0,5 mm, läbimõõt 4–7 µm). Siseorganite lihased on põhiliselt sellest koest. Nii on silelihaskude inimese enamiku õõneselundite ning vere- ja lümfisoonte seintes, nahas ning silmamuna soonkestas. Silelihasrakud võivad paikneda tihedasti üksteise kõrval ja kulgeda kas kõik ühes suunas (nt soole lihaskesta sisekihis). Kuid nad võivad

kulgeda ka erinevates suundades (kusepõie lihaskestas). Silelihaskoe iseloomulik aeglane kokkutõmbumine ja võime olla pikemat aega kokku tõmbunud, kulutades selleks võrdlemisi vähe energiat. Silelihaskoe talitlus ei allu inimese tahtele.

Vöötlihaskude moodustab skeletilihased, mujal on teda vähe (nt keeles, neelus, kõris).

Vöötlihaskude koosneb **lihaskiududest** – pikkadest, niitjatest rakkudest, mis on ristipidi vöödilised ja milles on palju piklikke tuumi. Inimesel varieerub vöötlihaskiudude (ehk lihasrakkude) pikkus erinevates lihastes mõnest millimeetrist 10 cm-ni ja rohkemgi, nad on 5–10 korda jämedamad kui silelihaskiud. Lihaskiud koosnevad väga peenikestest kokkutõmbumisvõimelistest kiukestest (müofibrillidest), millel vahelduvad heledad ja tumedad lõigud. Sellest ongi tingitud vöötlihaskiudude ristivöödilisus. Vöötlihaskude moodustab põhilise massi inimese lihastest, mis kindlustavad keha liikumise. Skeletilihaste kokkutõmbed on tavaliselt kiired ja nõuavad suurt energiakulu. Erinevalt silelihaskoest allub vöötlihaskoe kokkutõmbumine inimese tahtele.

Elu jooksul inimesel lihaskoe rakke juurde ei teki, kuid nad kasvavad pikemaks ja ka läbimõõt suureneb. Tavalistes tingimustes taastuvad inimesel ainult osaliselt vigastatud lihased. Suuremate vigastuste korral asendub vigastatud lihase osa sidekoelise armkoega.

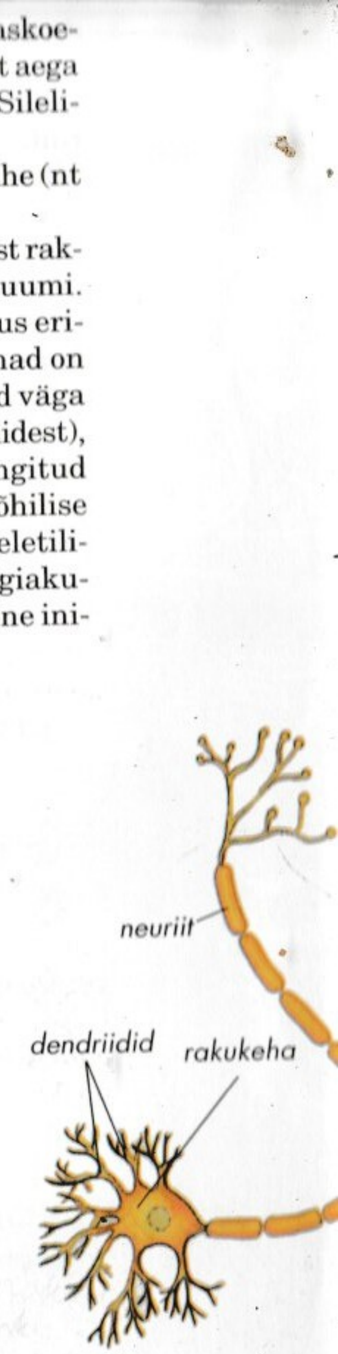
Südamelihaskoe ehitus erineb skeletilihaste omast ja temas toimuvad kokkutõmbed inimese tahtele allumatult. Südamelihasrakud on ristipidi vöödilised nagu vöötlihaskoe rakudki, kuid nende läbimõõt on umbes viis korda väiksem. Erinevalt teistest lihasrakkudest on nad harunenud ning naabrakud on harusid pidi liitunud võrgustikuks.

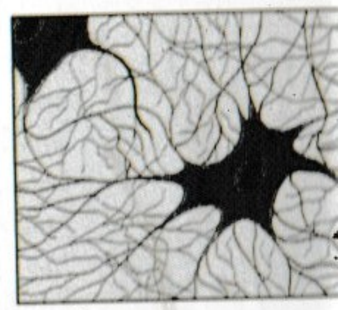
Inimesel toimub südamelihaskiudude jagunemine ainult vastsündinul ja võib-olla ka varases lapseeas, mil nende rakkude arv südames suureneb. Kui täiskasvanud inimesel infarkti tagajärjel südamelihasrakud hävivad, siis nad enam uuesti ei asendu ja tekib armkude.

Närvikude koosneb **närvirakkudest e neuronitest**, mis juhivad ja analüüsivad erutusi. Närvirakke juurde ei teki, sest küpsetel närvirakkudel pole pooldumisvõimet. Närvirakk on tähe- või värtnakujuline ning koosneb tuumaga **rakukehast** ja jätketest. Igal närvirakul on tavaliselt mitu lühikest, puuokste sarnaselt harunevat jätket – **dendriiti** ja üks pikk **neuriit**. Närvirakkude kehad paiknevad peamiselt närvikeskustes – peaajus, seljaajus ja närvisõlmedes.

Dendriidid on toomajätked. Teiste närvirakkude ja tunderakkudega ühenduses olevad dendriidid toovad neilt erutuse närviraku kehasse. Dendriidid on nagu info vastuvõtu väravad. Nende arv on närvirakkudel erinev.

Neuriit on pikk ja ainult otsast harunenud. Harude abil on ta seotud teiste närvirakkude või lihaskiududega. Ta on ümbritsetud kestaga, mis on kindlate vahemaade järel nöör-





1.27. Närvikude koo
närvirakkudest

dunud. **Mööda neuriiti kandub erutus närvirakust välja**, teistesse neuronitesse või lõppelunditesse, nt lihastesse. Inimese närvirakkudel varieerub neuriidi pikkus mõnest mikronist kuni 1–1,5 meetrini. Kesknärvisüsteemist väljuvad neuriidid koonduvad kaablitaoliselt mitme kaupa kokku ja moodustavad **närve**. Närve moodustavat neuriiti nimetatakse närvikiuks. Närv on kaetud sidekoelise kestaga. Närvid ühendavad elundeid kesknärvisüsteemiga.

Enamikus närvides on kahesuguseid närvikiude: toomanärvikiud ja viimanärvikiud. **Toomanärvikiud** juhivad keskkonnast vastu võetud närvierutust pea- ja seljaaju suunas. **Viimanärvikiud** viivad erutuse kesknärvisüsteemist välja, s.o ajust elundeisse.

Osa närve koosneb kas ainult toomakiududest või viimakiududest. Kui mõnda toomanärvi vigastatakse, võib sellega seotud kehaosa kaotada tundlikkuse. Ajutine tundlikkuse kaotus tekib näiteks siis, kui jala halva asendi tõttu jääb närv surve alla, siis jalg „sureb ära".

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Milliseid koetüüpe eristatakse loomadel ja inimesel?
2. Mille poolest erinevad loomsed koed taimekudedest?
3. Iseloomustage epiteelkoe ehitust ja ülesandeid.
4. Millest tekivad inimestel küüned ja karvad? sarvaine
5. Loetlege sidekoe alaliike. Mille alusel neid eristatakse?
6. Mille poolest erineb luukude kõhrkoest?
7. Millest koosneb veri ning millised ülesanded tal on?
8. Võrrelge sile-, vööt- ja südamelihaskoe ehitust ja talitlust.
9. Millised ülesanded on närvikoel?
10. Missugused on närvirakud ja kuidas nad talitlevad?

KOKKUVÕTE

Loomsed koed moodustuvad ühesuguse tekke, ehituse ja talitlusega rakkude ja rakuvaheaine kogumikest. Ehituse, talitluse ja arenemise iseärasuste alusel eristatakse inimesel epiteel-, side-, lihas- ja närvikudet. Epiteelkude katab kehapinda, vooderdab siseõõsi ning moodustab enamiku näärmetest. Sidekoel on organismis täita mitmeid ülesandeid. Neist peamised on tugi-, toite- ja kaitsefunktsioon. Kogu liikumine nii ruumis kui ka organismis toimub lihaskoe talitluse tõttu. Liikumine on võimalik tänu lihasrakkude kokkutõmbumisvõimele. Närvikude võtab vastu ärritusi ümbritsevast keskkonnast ja organismist endast, töötab neid ümber ja annab edasi. Närvikude kindlustab organismi reaktsiooni ärritustele ja kooskõlastab erinevate organite tööd. Kõhr- ja luukude moodustavad organismi toese ning on kaitseks siseorganitele.

2. Ülevaade inimese elundkondadest

Eelmendas klassis õppisime inimese ainevahetust, seedimist, eritamist ja sigimist. Kaheksandas klassis oli juttu inimorganismi ohustavatest haigusetekitajatest ja kaitsesüsteemidest. Kuid inimese kehas on veel mitmeid elundkondi, mille ehituse ja talitlusega järgnevalt tutvume. **Organid ehk elundid, mis koos täidavad ühiseid funktsioone, moodustavad elundkonna.** Kõik elundkonnad toimivad omavahel kooskõlastatult.

Tugi- ja liikumiselundkonna moodustavad luud ja lihased. See elundkond võimaldab teha liigutusi, toestab keha, annab sellele kuju ning kaitseb siseelundeid.

2.1. Luude koostis ja ehitus

Luud koosnevad mineraalainetest ja orgaanilistest ainetest. Mineraalained annavad luudele kõvaduse, orgaanilised ühendid aga elastsuse ja painduvuse.

Täiskasvanud inimese luu sisaldab ligikaudu 25% orgaanilisi aineid, 55% mineraalaineid ning 20% vett.

Kõige olulisemad orgaanilised ained on luudes valgud ja rasvad. Mineraalainetest sisaldavad luud kõige rohkem kaltsiumi-, fosfori- ja magneesiumiühendeid. Inimese vananedes luude koostis muutub. Luudes suureneb mineraalainete sisaldus, luude elastsus väheneb ning nad võivad kergesti murduda.

Luuhõrenemine ehk osteoporoos on haigus, mille puhul luud muutuvad hapraks ja murduvad kergesti. See on tingitud kaltsiumi- ja fosforisisalduse vähenemisest, mida soodustavad muutused hormoonsüsteemis, vananemine, vähene liikuvus, väär toitumine ja ebatervislikud eluviisid (nt suitsetamine). Vähene piimatoodete söömine ning liiga hapude mahlade ja kohvi joomine aitavad kaasa kaltsiumipuuduse tekkele.

Loote luustik koosneb peamiselt kõhrest, mis on luust pehmem ja painduvam. Elastne kõhrkude hõlbustab sündimist ja tagab luude arengu ning kasvu.

Lastel on pikkade luude otstes kõhrest koosnevad kasvuvööndid. Kasvuvööndi rakkude jagunemise tõttu kasvab luu pikemaks. Lapse kasvades asendub suurem osa kõhrkoest luukoega, st toimub luustumine. Kuna täiskasvanutel on kõhrelise kasvuvööndi asemel luukude, siis nende luud enam ei kasva. Luud kasvavad tavaliselt kuni kahekümnenda eluaastani, sest selleks ajaks on luustumine lõppenud. Normaalseks luustumiseks on vajalikud kaltsiumisoolad ja vitamiin D.

Osa kõhrest jääb luustumata, näiteks säilib kõhr elu lõpuni kõrvalestades ja nina mõnes osas. Kõhrega on kaetud ka luude liigesepinnad.

Luud katab pealt õhuke **luuümbris**, mis ühendab teda ümbritsevate kudedega. Luuümbris moodustab uusi luurakke, mille arvel kasvavad laste luud jämedamaks. Täiskasvanul peatub ka luude jämenemine. Luude rakud aga uuenevad kogu elu, vanad rakud lagunevad ja asenduvad luuümbrises toodetud uutega.

Luude ehitus

Kui luu murdub, hakkab luuümbris selle parandamiseks moodustama uusi luurakke. Luu kasvab kokku ka siis, kui tema murdunud otsad on nihkunud. Seepärast on luumurru puhul oluline, et arst paneks luu õigesse asendisse ja teeks kipslahase, et luu ei liiguks paigast ega kasvaks valesti kokku.

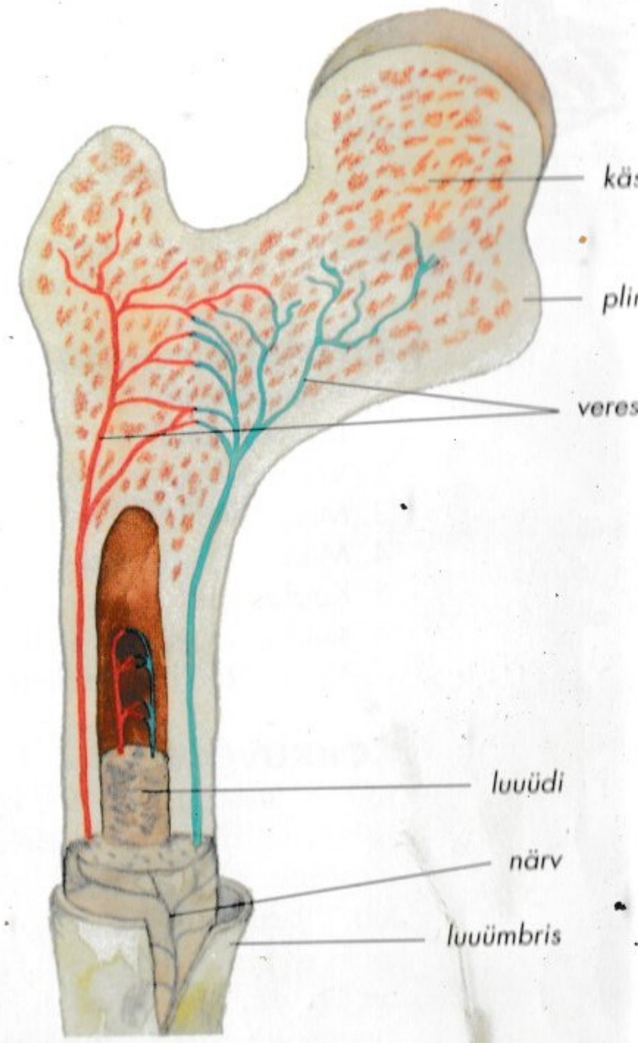
Luuümbrises on palju veresooni ja närve, osa neist tungib aga luupinna avade kaudu luukoe sisse.

Luuümbrise all asub tihe ja tugev luukude – **plinkollus** –, sellest seespool paikneb pehmem käsnjas luukude – **käsnollus**. Luukude läbivad kanalid, milles kulgevad veresooned. Veri varustab luukoe rakke hapniku ja toitainetega ning viib ära jääkained.

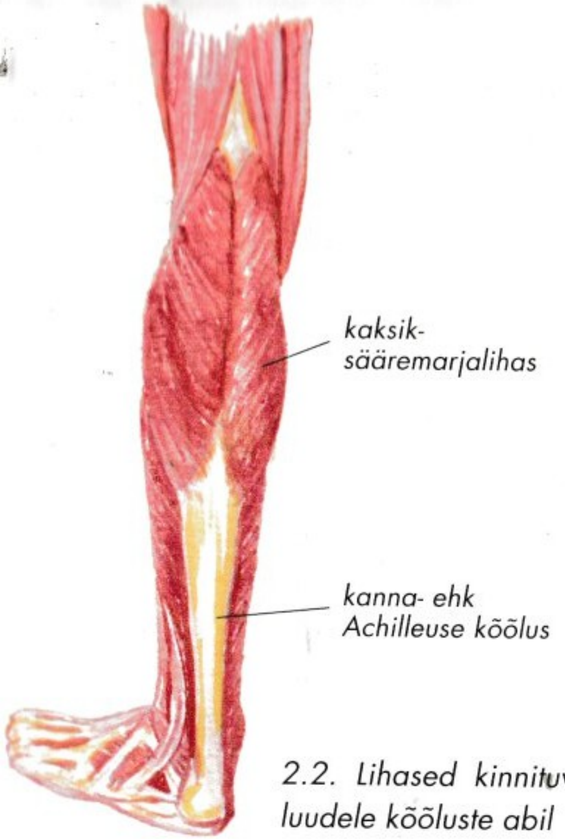
Osa luid on **seest õõnsad**, see teeb luustiku kergemaks. Näiteks on jäsemete pikad luud torujad, neid kutsutaksegi toruluudeks. Tänu õõnsusele suudavad luud taluda suuremat survet. Järelikult kindlustab selline luude ehitus vähima materjali hulga ja väikese kaalu juures parima vastupidavuse. Toruluude otstes on õõnsuse asemel **käsnollus**, mille arvukad tühimikud vähendavad samuti luude kaalu.

Enamiku luude keskosas (käsnolluses või luuõõnsuses) on **luuüdi**, mis on pehme kude. Eristatakse punast (vererikast) ja kollast (rasvarikast) luuüdi. Näiteks puusaluudes, selgroolülides, roietes, toruluude käsnolluses on punane luuüdi, toruluude õõnsuses aga kollane luuüdi. Noorte organismide luudes on punast luuüdi rohkem kui vanadel. Osa punasest luuüdist asendub vananedes kollase luuüdiga. **Punane luuüdi on vereloomekude**. Selles moodustuvad erinevad vererakud, mis kanduvad vereringesse. Kollane luuüdi on aga toitainete, eriti rasvade varupaik.

Luud on lihaste kinnituskohaks. Lihased kinnituvad luudele kõõluste abil. **Kõõlus on valkainest koosnev sidekoeline väät, mis on tõmbele ja venitusele väga vastupidav**. Näiteks talub millimeetrise läbimõõduga kõõlus 6–12 kilogrammist koormust. Kõõ-



2.1. Luu ehitus



2.2. Lihased kinnituvad luudele kõõluste abil

lus koosneb kõõluskiudude kimpudest ja nende vahel asetsevatest rakkudest. Kõõlus on kaetud tupega, mis vähendab kõõluse hõõrdumist liikumisel ja hoiab teda kindlas asendis. Lihaste kokkutõmbed ja lõtvumised kanduvad kõõluste abil luudele ja see võimaldab meil luid liigutada. Liikuvad luud on omavahel ühendatud liigestega.

Vaatamata sellele, et kõõlused on suhteliselt tugevad, võivad nad mõnikord suure koormuse tõttu rebeneda. Kõõluserebendeid esineb sageli sportlastel.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Miks on luude koostises nii mineraalaineid kui ka orgaanilisi ühendeid?
2. Võrrelge luude käsnollust ja plinkollust.
3. Mis on luuüdi ja milline on tema ülesanne?
4. Miks on luud seest õõnsad?
5. Kuidas luud kasvavad?
6. Kuidas vältida luude hõrenemist?
7. Mis on kõõlus ja milline on tema ülesanne?

KOKKUVÕTE

Luu on luustiku osa, mis koosneb peamiselt luukoest. Mineraalained annavad luudele tugevuse, orgaanilised ühendid elastsuse. Inimese eluea jooksul luude keemiline koostis muutub. Pindmine plinkollus on luu tugevam osa, luukoe pehmemaks osaks on käsnollus. Pealt katab luud luuümbris, luu sees on luuüdi. Punane luuüdi, mida on rohkesti noore organismi luudes, toodab erütrotsüüte. Lihased kinnituvad luudele kõõluste abil.

2.2. Luud ja nende ühendused

Luustik ehk skelett koosneb omavahel seostunud luudest, ta on inimese tugielundkonna osa. Inimesel on siseskelett, see tähendab et luustik paikneb keha sees. Luustik **toetab** teda ümbritsevaid pehmeid kudesid ning on **lihastele kinnituskohaks**. Samuti moodustavad luud ruume, mis **kaitsevad nii siseelundeid kui ka närvisüsteemi põhilisi osi** – pea- ja seljaaju. Luustik koos lihastega **võimaldab inimesel liikuda**. Liikumisel ja liigutuste sooritamisel talitleb [illegible] alaadse kangisüsteemina.

Vastsündinu [illegible] hkem kui täiskasvanul, sest lapse arenedes kasvab osa [illegible] ahel kokku. Täiskasvanu kehas on üle kahesaja erineva luu. Skeleti kaal moodustab ligikaudu viiendiku täiskasvanud inimese kaalust. Luud on omavahel ühendatud kas liikuvalt, painduvalt või jäigalt.

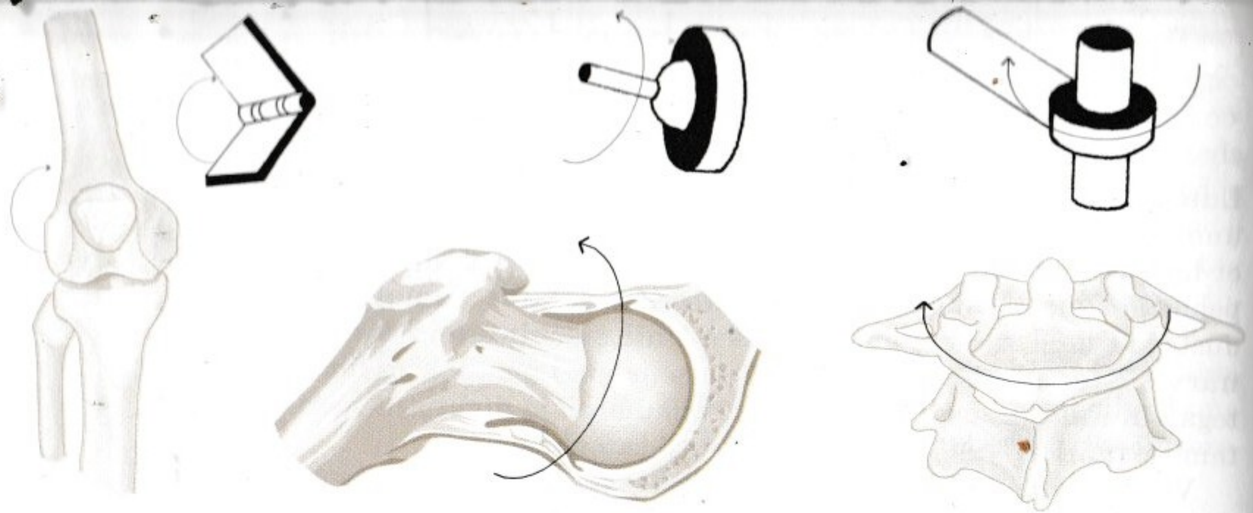
Luudevahelised ühendused

Enamik luudevahelisi ühendusi on liikuvad. Liiges on selline kahe või enama luu ühendus, mis võimaldab neil liikuda. Liigestes on luude otsad kaetud **kõhrega.** Kõhrega kaetud luuotste vahele jääb liigesevedelikuga täidetud **liigeseõõs.** Liigest katab tavaliselt **liigesekihn** ehk liigesekapsel (luuotsi tihedalt katvv sidekoeline ümbris), mis ühendab liigestuvaid luid ja hoiab liigesevedeliku liigeseõõnes. Nii kõhred kui ka liigesevedelik vähendavad hõõrdumist liikuvate liigeseosade vahel. Liigest moodustavate luude otsad sobivad kujult teineteisega, näiteks ühe luu liigespinnaku kinnitub kujult sobiv teise luu liigesepea. Luuotsi hoiavad liigestes paigal väga tugevad liigesesidemed, kõõlused ja lihased.

2.3. Liiges on selline l vaheline ühendus, mis maldab neil liikuda

Liigeste vigastuse korral nihkuvad luuotsad teineteisest eemale. Vigastatud liiges paistetab üles, on valulik ning seda ei saa liigutada.

Inimesel on mitut tüüpi liigeseid. Erinevad liigesed võimaldavad teha erinevaid liigutusi. **Keraliigesed**, mille ümar liigesepea asetseb liikumatus liigeseavas, on kõige suurema liikumisulatusega. Nii võimaldavad nad jäsemetel igas suunas vabalt liikuda ja teha ringikujulisi liigutusi. Keraliigesed on näiteks õla- ja puusaliiges. **Tasakliigestes** saavad luud liikuda vaid ühes tasapinnas edasi-tagasi. Nitsugused liigesed on põlveliiges ja küünarvarreliiges. **Silinderliiges** võimaldab teha pööravaid liigutusi. Inimesel on silinderliigesega ühendatud kaks ülemist kaelalüli ja seetõttu saab ta pead

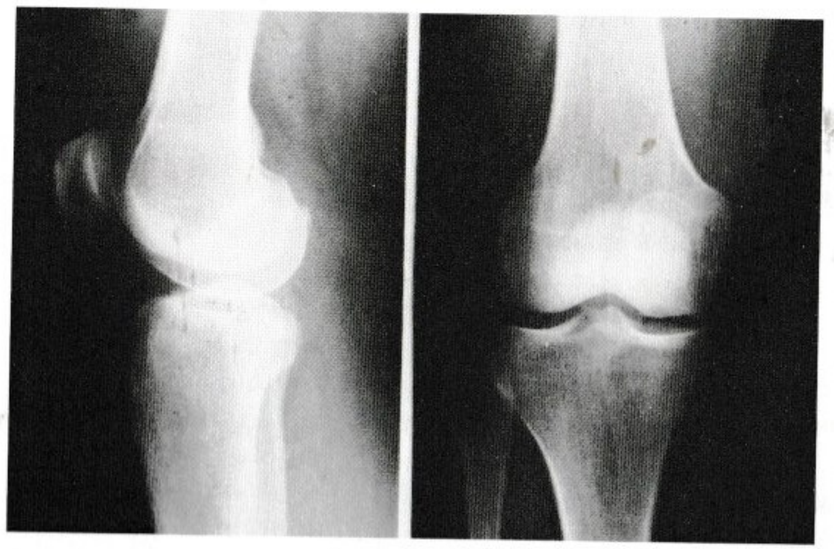


2.4. Plokkliiges, keraliiges ja silinderliiges

Osa luid on omavahel painduvalt ühendatud. Nende luude liikuvus ei ole nii suur kui liigestega ühendatud luudel, kuid ühenduskohad ei ole ka jäigad. Painduvalt on omavahel ühendatud selgroolülid. Selgroolülide vahel on kõhrest kettad, mis teevadki selgroo vetruvaks ja painduvaks.

Inimese kehas on ka liikumatuid luudevahelisi ühendusi. Liikumatult on omavahel seostunud näiteks ajukolju luud. Nende ühendusi nimetatakse koljuõmblusteks.

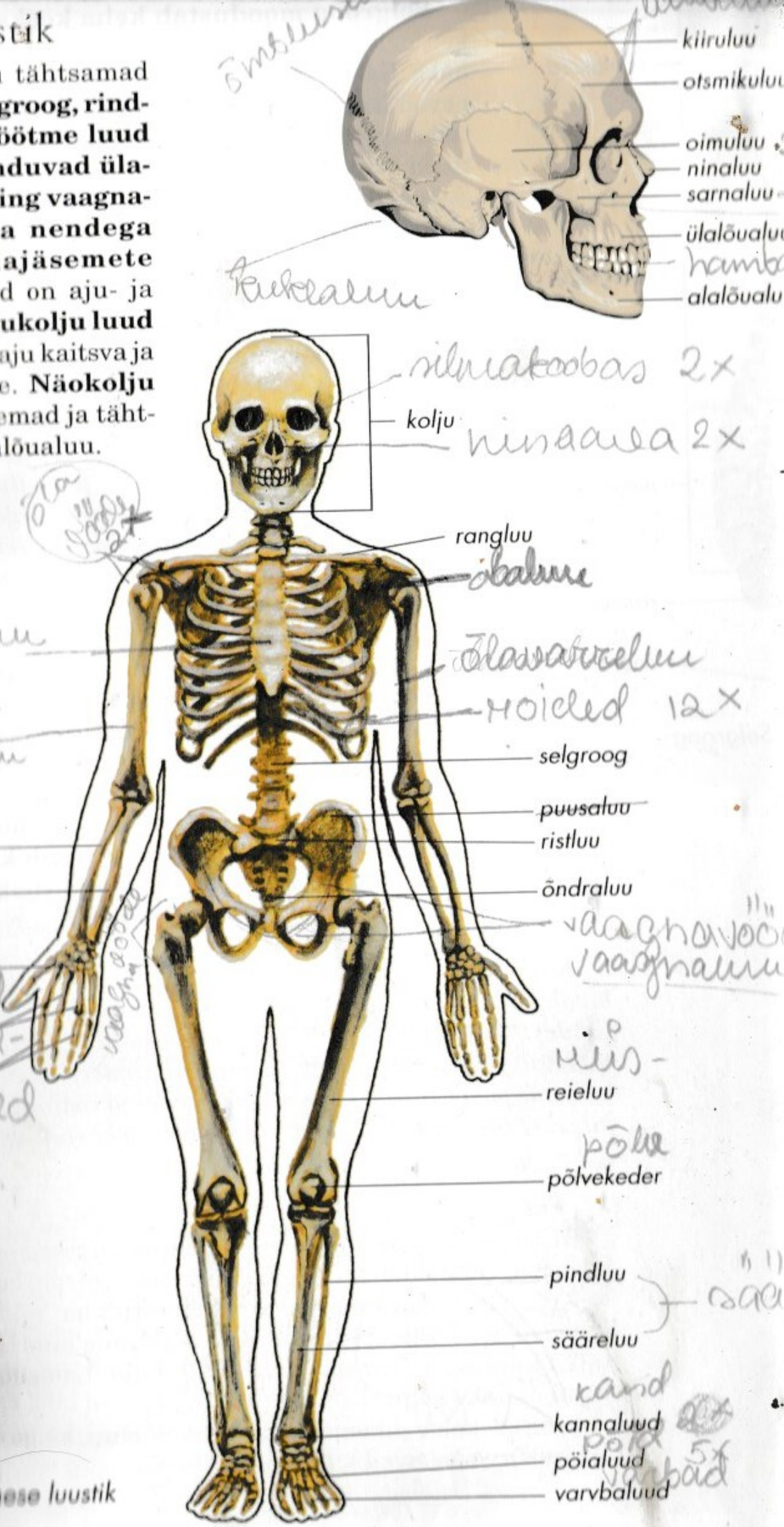
Ettavaatamatud liigutused võivad põhjustada liigesenihestust. Sel juhul tuleb liigesepea liigeseaugust välja. Nihestunud liigese paikapanemiseks on vajalik arstiabi.



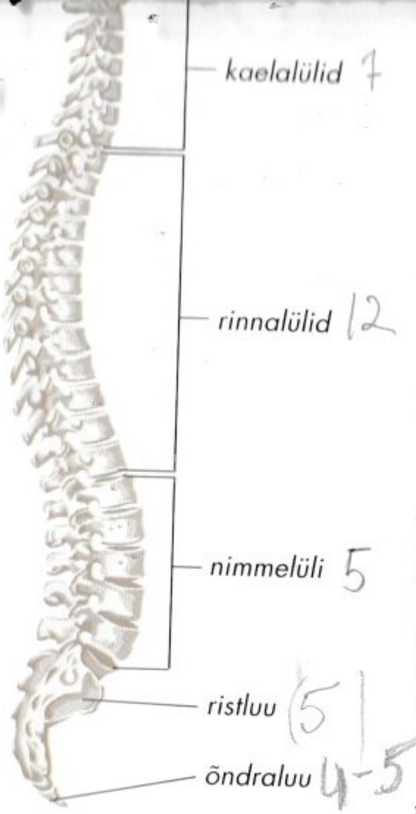
Röntgenülesvõte põlveliigesest külg- ja otsevaates. Esimesel on näha ka kederluu.

Inimese luustik

Inimese luustiku tähtsamad osad on **kolju, selgroog, rindkere luud, õlavöötme luud ja nendega seonduvad ülajäsemete luud ning vaagnavöötme luud ja nendega ühenduvad alajäsemete luud.** Kolju luud on aju- ja näokolju luud. **Ajukolju luud** moodustavad peaaju kaitsva ja toestava ümbrise. **Näokolju luudest** on suuremad ja tähtsamad üla- ja alalõualuu.



2.5. Inimese luustik



2.6. Selgroog

Selgroog moodustab keha keskse toese. Selgroog koosneb tavaliselt 33 lülist, mis jagunevad viieks piirkonnaks. Kaelaosa moodustavad **seitse kaelalüli**. Neile järgnevad **kaksteist rinnalüli** ja **viis nimmelüli**. Nimetatud selgroolülid on omavahel liikuvalt ühendatud, seetõttu on võimalik selgroogu painutada, sirutada ja pöörata. Selgroolülisid ühendavad kõhrelised vetruvad kettad. Puusapiirkonnas on **viis ristluulüli** omavahel kokku kasvanud, need moodustavad **ristluu.** Selgroog lõpeb **nelja (või viie) õndralüliga,** mis on liitunud **õndraluuks.** Kohakuti asetsevate selgroolülide mulgud moodustavad kanali, milles on seljaaju.

Erinevalt tesitest selgroogsetest on täiskasvanud inimesel selgrool neli sujuvat kõverust. Kaela- ja nimmeosas on selgroog kõver ettepoole, rinna- ja ristluuosas tahapoole. Vastsündinu selgroog on suhteliselt sirge. Kõverused aitavad inimesel tasakaalu säilitada. Kiireid ja järske liigutusi tehes toimivad selgrookõverdused vedruna ning pehmendavad põrutusi.

Selgroo rinnalülid, 12 paari roideid ja rinnak moodustavad **rinnakorvi**, mis kaitseb südant ja kopse. Õlavöötme luude hulka kuuluvad **rangluud** ja **abaluud. Ülajäsemete luudeks** on õlavarre-, küünarvarre- ja kodarluu ning labakäe luud.

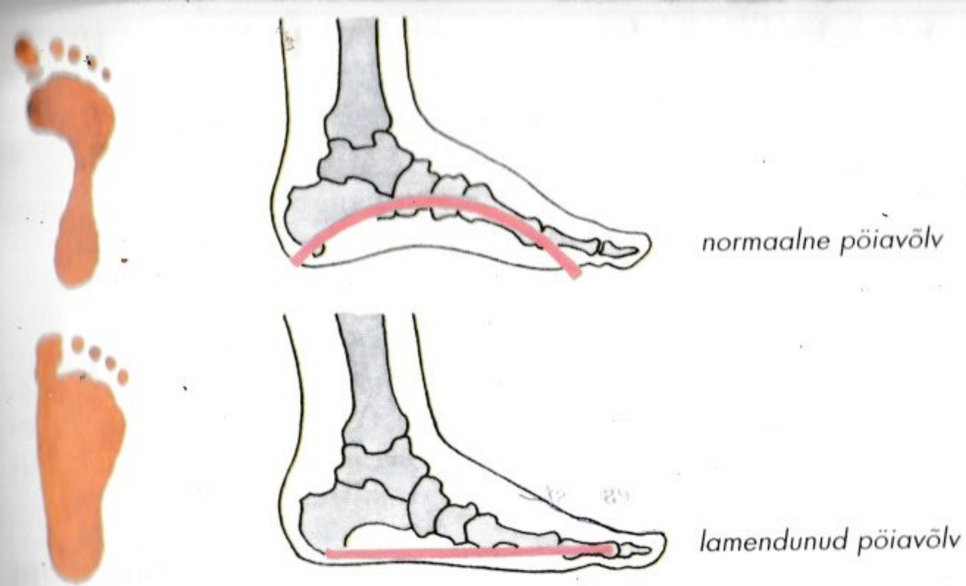
Vaagna moodustavad kaks puusaluud, mis tagaosas liituvad ristluuga. **Alajäsemete luudeks** on reieluu, sääreluu, pindluu, põlvekeder ning labajala luud. Labajala luud on kanna-, pöia- ja varbaluud.

Kanna- ja pöialuud moodustavad jalavõlvi, milles eristatakse pikivõlvi (kulgeb piki pöialuid) ja ristvõlvi (paikneb kanna- ning pöialuude ühenduskohas). Jalavõlvide lamendumine on lampjalgsus, see takistab jala normaalset vetrumist liikumisel. Seetõttu tekib valu ja väsimus pöias, hiljem sääres, põlves, reies ja ristluupiirkonnas. Lampjalgsust ravitakse spetsiaalsete võimlemisharjutustega ning kantakse korrigeerivaid tallatugesid.

Inimese üla- ja alajäsemete luud ning liigesed on sarnase ehitusega. See võimaldab kätel ja jalgadel teha sarnaseid liigutusi.

Kuju järgi võib luud jagada kolme rühma: pikad, lühikesed ja lamedad luud. Pikad luud on käte ja jalgade luud. Lühikeste luude hulka kuuluvad sõrmede ja varvaste luud. Lamedad luud moodustavad näiteks kolju.

Inimese kõige pikemaks luuks on reieluu, kõige väiksemad luud on sisekõrvas asuvad kuulmeluukesed.



2.7. Normaalse ja lampjalgse inimese pöid ning jalajälg

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

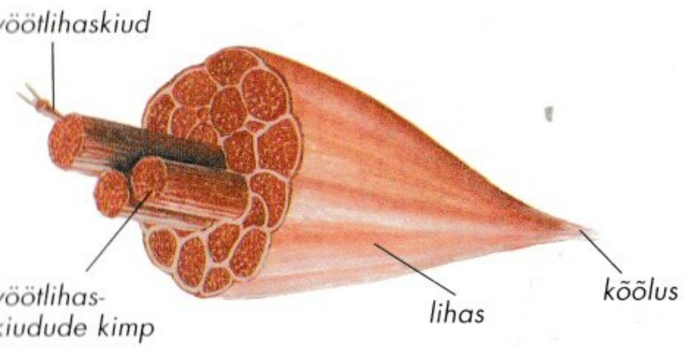
1. Mis on siseskelett?
2. Millised on luustiku ülesanded?
3. Mis on liiges?
4. Kirjeldage eritüübiliste liigeste ehitust ja nende liigutusi.
5. Võrrelge üla- ja alajäseme luude ehitust.
6. Milliseid piirkondi saab selgroos eristada?
7. Miks on selgroog vajalik?

KOKKUVÕTE

Keha luud seostuvad omavahel ja moodustavad luustiku. Luustik annab inimese kehale kuju ja kaitseb siseelundeid. Koos lihastega osalevad luud erinevate liigutuste sooritamises. Inimese skeleti põhiosad on kolju, selgroog, rindkere luud, õlavöötme luud ja nendega seonduvad ülajäsemete luud ning vaagnavöötme luud ja nendega ühenduvad alajäsemete luud. Luud võivad omavahel seostuda kas liikumatult või liikuvalt. Liikuvad luud on ühendatud liigestega. Erinevat tüüpi liigesed võimaldavad luudel erinevas ulatuses liikuda.

2.3. Lihased tagavad keha liikumise

Lihased on meie liikumiselundkonna aktiivne osa. Lihaste põhiomadustel – kokkutõmbumisel ja lõtvumisel – rajanevadki inimese tahtlikud ja tahtmatud liigutused. Seega on lihaseid vaja **kehaosade liigutamiseks**. Aga ka siseelundites – südames, maos, sooltes jm – toimuvad liikumised tänu lihastele. Lihastel on veel teisigi ülesandeid. Nad **aitavad kehatemperatuuri säilitada**, sest lihaste töötamisel eraldub osa energiast soojusena. Osal lihastel on ka **kaitseülesanne**. Näiteks kõhuõõnes asuvaid siseelundeid kaitsevad ainult kõhulihased. Lihased **annavad kehale kuju.**



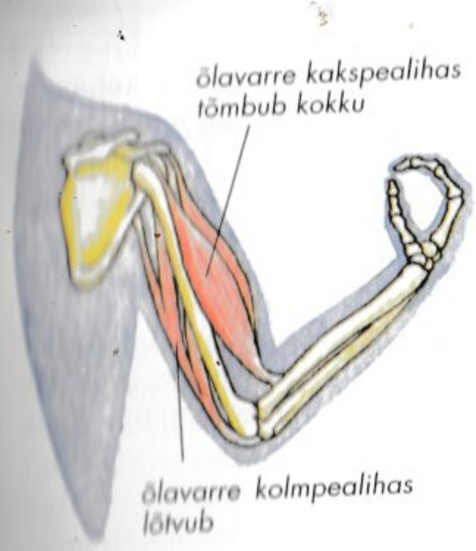
2.8. Sidekude seob vöötlihaskiud kimpudeks. Lihaskiudude kimbud moodustavad lihase, mis kõõluste abil kinnitub luudele.

2.9. Treenimisel lihased suurenevad, lihasrakkude arv jääb aga samaks

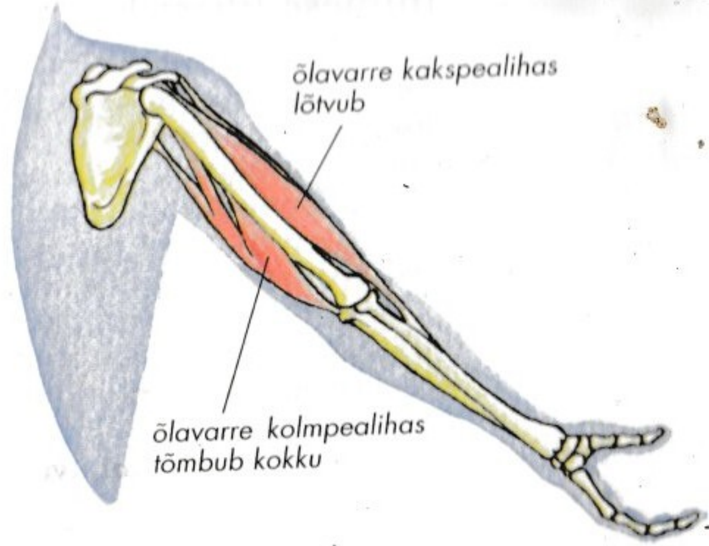
Inimese kehas on kolme tüüpi lihaseid. Skeletilihased ehk vöötlihased kinnituvad luudele, südamelihased moodustavad südame põhimassi ja silelihased moodustavad siseelundite lihastiku.

Skeletilihaseid ehk vöötlihaseid on inimese organismis kõige rohkem. Need koosnevad kimpudeks koondunud vöötlihaskiududest ehk vöötlihasrakkudest.

Skeletilihastel eristatakse lihaskiududest keskosa ja kõõluselist algus- ning lõpposa. Kõõlustega kinnituvad lihased luudele. **Skeletilihaste talitlus allub inimese tahtele ja nende kokkutõmbed võivad olla väga kiired.** Lihasrakku saabuv närvierutus sunnib lihast kokku tõmbuma. Kui lihas kokku tõmbub, tõmbab ta kõõlust, kõõlus aga omakorda luud, millele ta kinnitub, põhjustades nii luu liikumise. Skeletilihaste kokkutõmbed sõltuvad meie tahtest, aga kokkutõmmet võib põhjustada ka valu, kõrvetus või muu välisärritus. Mida rohkem lihasrakke kokku tõmbub, seda suurem on lihaste jõud. Lisaks lihasrakkudele, kõõlustele ja sidekoele koosneb lihas veel närvidest ja veresoontest. Lihased vajavad head verevarustust, sest neis toimub intensiivne ainevahetus.



Küünarvarre painutamine



Küünarvarre sirutamine

2.10. Küünarvarre liigutamisel toimivad lihased vastandlike paaridena

Treenimisel lihased suurenevad. See on tingitud lihasrakkude mõõtmete suurenemisest, kuid lihasrakkude arv jääb samaks. Skeletilihased kõhetuvad, kui neid ei koormata. Seda võib täheldada näiteks siis, kui käsi on kipsis, või halvatuse korral.

Peaaegu kõik skeletilihased töötavad vastupidi toimivate paaridena: ühe lihase kokkutõmbel teine lihas lõtvub. Ühed lihased on **sirutajad,** teised **painutajad.**

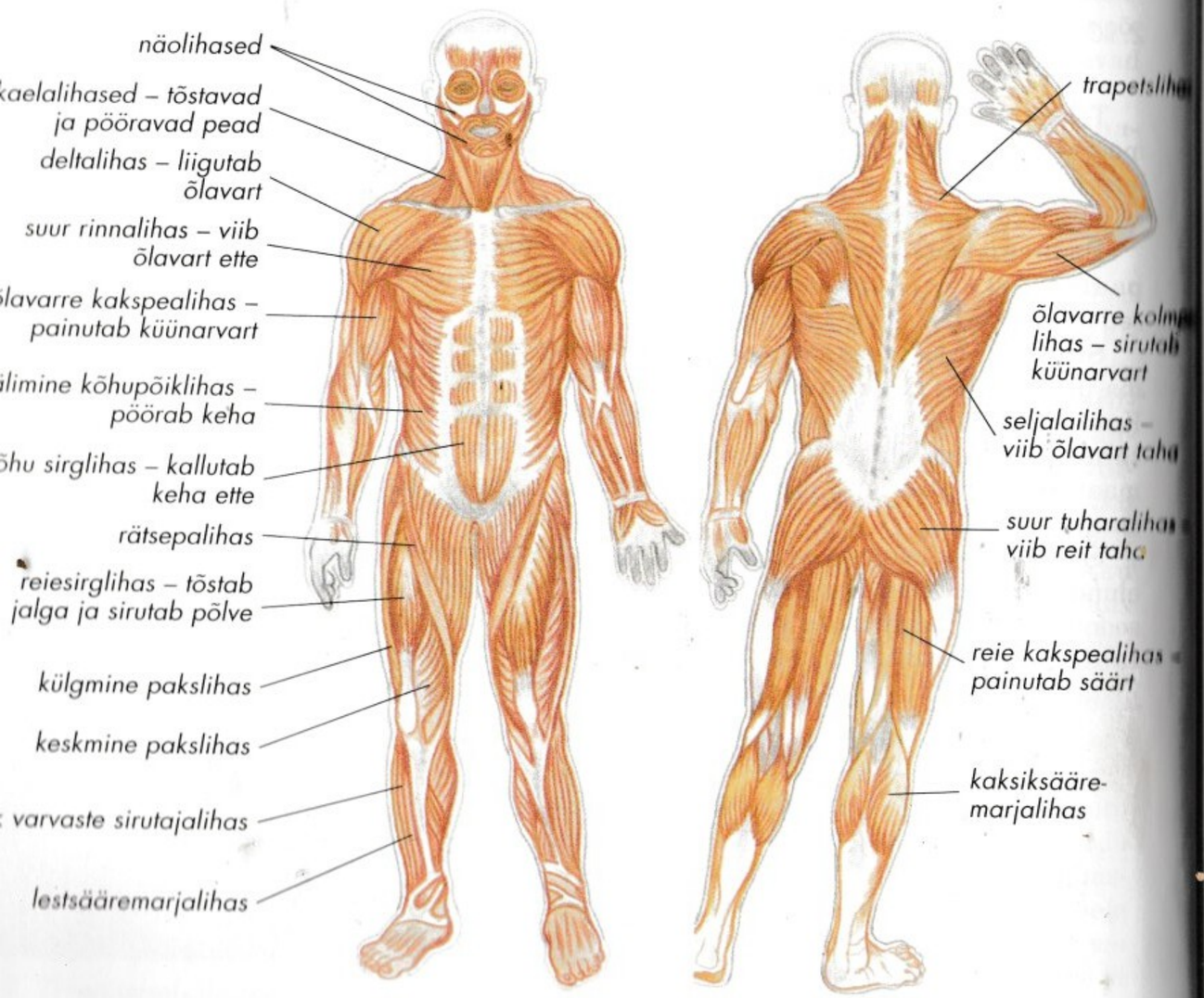
Südamelihased sarnanevad oma ehituselt (vöödilisus, mitu tuuma ühes rakus) ja talitluselt (kiire kokkutõmme) skeletilihastega. Kuid erinevalt skeletilihastest **ei allu südamelihaste** talitlus **meie tahtele.** Südamelihaste eripäraks on ka see, et nad töötavad automaatselt, st **tõmbuvad rütmiliselt kokku välisärritustest sõltumata.**

Silelihased, mis koosnevad silelihasrakkudest, vooderdavad siseelundite seinu. Need lihased paiknevad näiteks seedekulgla ja veresoonte seintes. **Silelihaste kokkutõmme toimub aeglaselt ja meie tahtest sõltumata.** Näiteks soolestiku lainelised liigutused on põhjustatud silelihaste aeglastest kokkutõmmetest ja lõtvumistest.

Inimese lihastik

Skeletilihased moodustavad ligikaudu 40% täiskasvanu kehamassist. Inimese lihaskonnas on umbes 400 skeletilihast, mida võib üldiselt jaotada pea-, kere- ja jäsemete lihasteks. Pealihased on mälumis- ja miimilised lihased. Mälumislihased liigutavad alalõuga, mistõttu saame toitu peenestada. Näo miimiliste lihaste abil väljendame emotsioone – rõõmu, hirmu, viha jne. Kere lihastiku moodustavad kaela-, rinna- ja kõhulihased ning seljalihased.

Kuju järgi eristatakse pikki, lühikesi ja laiu lihaseid. Kõige pikemaks lihaseks on rätsepalihas, kõige suuremaks lihaseks tuharalihas ning mõõtmetelt kõige väiksemad lihased on silmamuna liigutavad lihased.



11. Inimese lihastik

Lihaste energiavarustus

Lihased vajavad töötamiseks energiat. *Lihase kokkutõmbel tehakse tööd, igasuguse töö tegemiseks on aga vaja energiat. Lihas saab tööks vajaliku energia glükoosi ning vähemal määral ka rasvhapete lagundamisest. Lihtsustatult võib öelda, et sel viisil saadud keemiline energia muundub lihase töötamisel mehhaaniliseks energiaks.*

Glükoosi lagundamiseks on vaja hapnikku. Lihaste jõudlus sõltub lihaste varustamisest toitainete ja hapnikuga. Kuna toitained ja hapniku kannab kudedesse veri, on vajalik nende hea verevarustus. Lihaste verevarustus paraneb treenides, mistõttu nad suudavad kehalise pingutuse korral kauem ning intensiivsemalt töötada. Treenimata organismi lihased jäävad puuduliku verevarustuse tõttu kergesti hapnikupuudusesse ja nendes laguneb glükoos vaid osaliselt. Selle tagajärjel saab lihas vähem energiat ja temasse koguneb palju piimhapet. Just niinimetatud piimhappemürgitus on põhjus, miks treenimata inimestel on lihased järgmisel päeval pärast tugevat kehalist pingutust valulikud ja kanged. Lihaste valulikkust põhjustab ka lihaste järjepidev ülepingutus. Lihased väsivad ja tagajärjeks on lihasvalu. ***Mida kiirem on töörütm ja mida suurem on lihastele langev koormus, seda rutem lihased väsivad.*** *Lihaste väsimust tekib ka* ***pideva sundasendi*** *tõttu, näiteks käte üleval hoidmisel kardinaid üles riputades. Sellisel juhul põhjustab lihaste väsimust hende halvem verevarustus.*

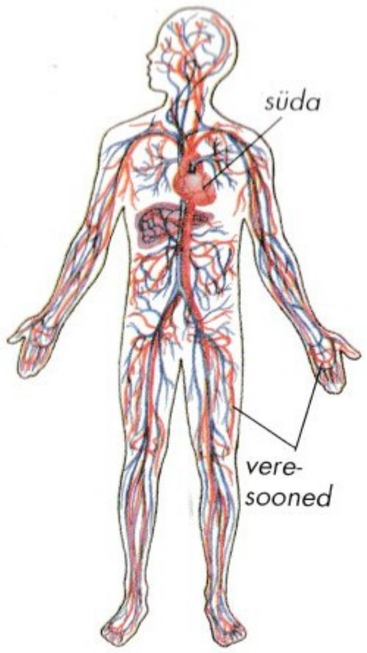
KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Millised on lihaste ülesanded organismis?
2. Võrrelge omavahel vöötlihaste, silelihaste ja südamelihaste ehitust ning talitlust.
3. Kuidas mõjutab järjepidev treening lihaseid?
4. Kirjeldage painutajalihase ja sirutajalihase tööd jäseme liigutamisel.
5. Kuidas saavad lihased energiat?

KOKKUVÕTE

Inimese kehas on kolme tüüpi lihaseid: skeletilihased ehk vöötlihased, südamelihased ja silelihased. Lihaste kokkutõmbumine ja lõtvumine võimaldab inimesel teha tahtlikke või tahtmatuid liigutusi. Lihased vajavad töötamiseks energiat. Lihaste töövõime sõltub lihaste varustamisest toitainete ja hapnikuga. Lihaste töövõimet ja jõudlust saab suurendada järjepidevate kehaliste harjutustega. Lihased kindlustavad ka kehatemperatuuri püsimise, annavad organismile kuju ja tagavad osaliselt keha kaitse.

2.4. Vereringeelundkond ja südame ehitus



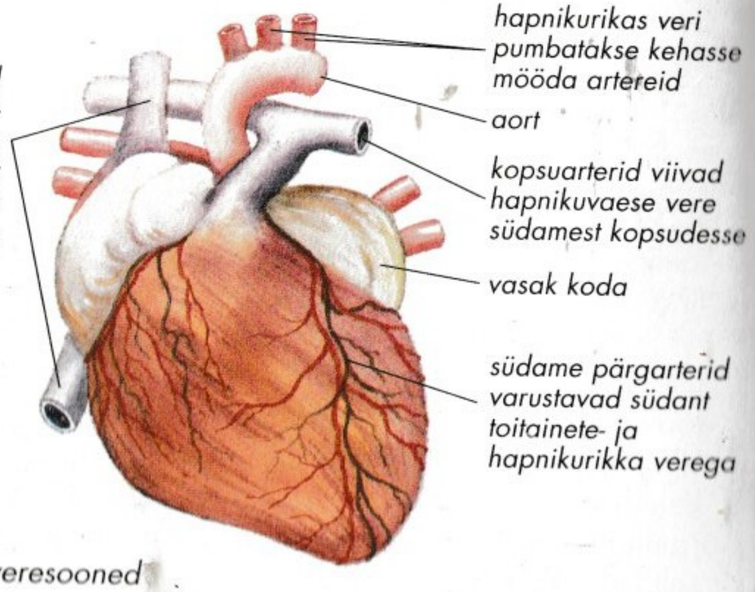
2.12. Inimese vereringeelundkond

Vereringe ühendab kõiki kehaosi. Vereringeelundkonna moodustavad veri, veresooned ning süda. Mööda veresooni jõuab veri kõikidesse kudedesse ja organitesse. Vere paneb soontes liikuma süda, mis töötab pidevalt kogu inimese elu.

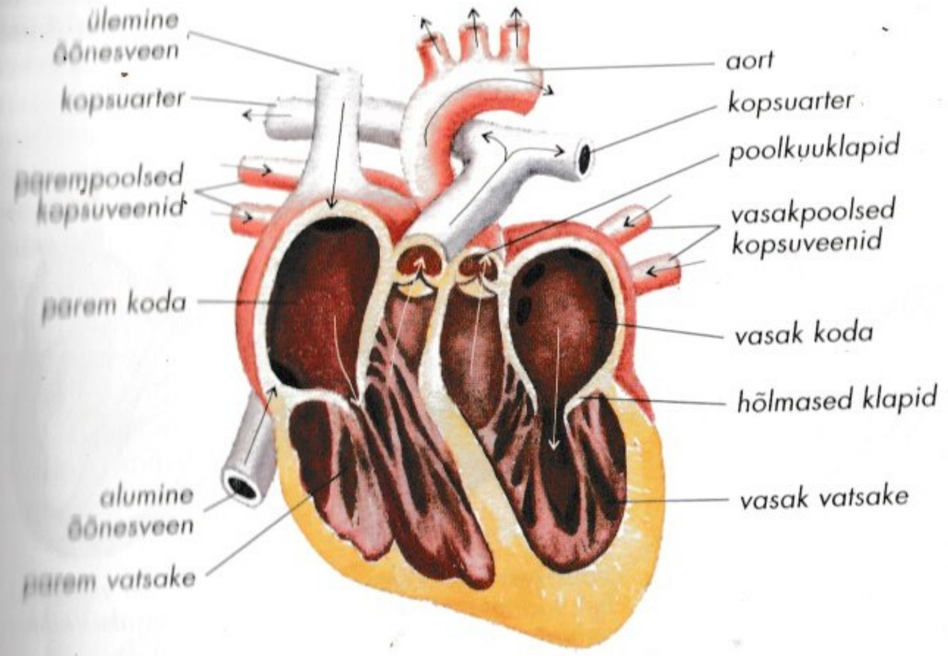
Vereringel on mitu ülesannet. Vere ringlemine organismis kindlustab **pideva ainevahetuse, võimaldab toitainete ja hapniku laialikandmist** ning **jääkainete eemaldamist**. Samuti seob vereringe tervikuks kõik organismi osad. **Vere ringlusel on tähtis osa ka hormoonide, antikehade ning kaitsesüsteemi rakkude laiali kandmisel**. Oluline on seegi, et vere pidev ringlemine organismis **aitab ühtlustada keha temperatuuri**.

Südame ehitus

Süda on lihaseline elund, mis paneb soontes vere liikuma. **Inimese süda paikneb rindkere keskjoonest veidi vasakul pool kopsude vahel ning teda kaitseb luustunud rinnakorv**. Inimese süda on umbes suure rusika suurune (mehe süda kaalub ligikaudu 300 g, naisel on see veidi väiksem). Vaatamata sellele, et süda on suhteliselt väike, läbib südant ööpäevas kuni 9000 liitrit verd. **Südant ümbritseb tihedast sidekoest südamepaun.** Südamepauna õõs on täidetud vedelikuga, mis vähendab südame töötamisel hõõrdumist.



2.13. Süda ja veresooned



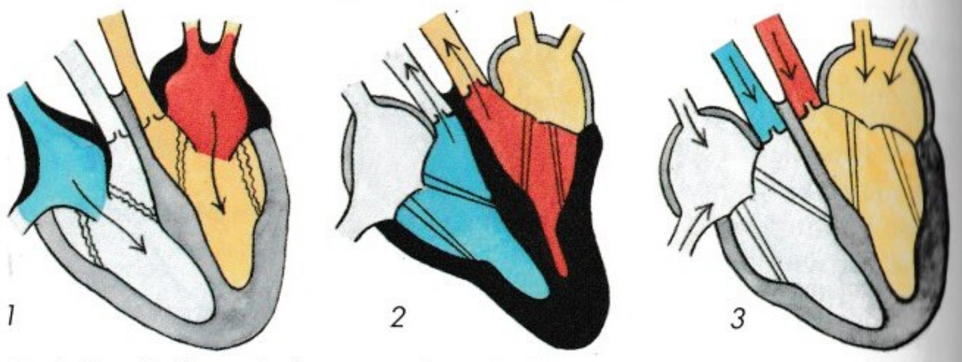
2.14. Südame läbilõige ja vere liikumise suund südames

Lihaseline vahesein jaotab südame **kaheks pooleks** – vasakuks ja paremaks. **Kummaski südame pooles on koda ja vatsake**, seega on süda neljaosaline. Vatsakesed asetsevad kodade all. Südame vasakusse kotta suubuvad kopsuveenid. Neid mööda tuleb kopsudest hapnikurikas veri, seetõttu sisaldab südame vasak pool alati hapnikurikast verd. Südame paremasse kotta suubuvad kehaveenid. Seega on südame paremas pooles hapnikuvaene veri. Kummagi koja ja vatsakese vahel on neid ühendav ava. Selle serval paiknevad hõlmased **südameklapid**, mis lasevad verel liikuda ainult ühes suunas. Need südameklapid töötavad nagu ühele poole lahti käiv uks. Kui koda tõmbub kokku, on klapid avatud ja veri liigub vatsakesse. Vatsakeste kokkutõmbel surub veri hõlmastele klappidele ja sulgub need ning veri surutakse südamest välja veresoontesse. Vatsakeste ja neist lähtuvate veresoonte vahel on samuti klapid (poolkuuklapid), mis lasevad verel liikuda ainult ühes suunas – südamest välja. **Südameklapid kindlustavad vere ühesuunalise liikumise südame kodadest vatsakestesse ja vatsakestest edasi veresoontesse (arteritesse).**

Südame eri osades on lihaskude erinevalt arenenud. Kodade lihaskude on õhem, võrreldes vatsakeste lihaskoega. Põhjus on selles, et kodade töö on suhteliselt kerge – nende kokkutõmbel liigub veri neist edasi vaid vatsakestesse. Kõige paksemad on südamelihased vasakus vatsakeses, kust veri pumbatakse üle terve organismi laiali.

Südame talitlus

Süda töötab rütmiliselt. Südamelihased kord tõmbuvad kokku, kord lõtvuvad. Südame töötsükkel koosneb kodade kokkutõmbumisest, sellele järgnevast vatsakeste kokkutõmbumisest ja kogu südame lõtvumisest. Lõtvumine võimaldab südamelihastele puhkust. Sellise puhkepausi tõttu on süda võimeline pidevalt töötama terve elu. Südamelihaste kokkutõmmet nimetame südamelöögiks.



1 2 3

Kodade kokkutõmbel surutakse veri vatsakestesse.

Vatsakeste kokkutõmbel surutakse veri arteritesse.

Rahuolekus on nii kodade kui ka vatsakeste lihased lõtvunud.

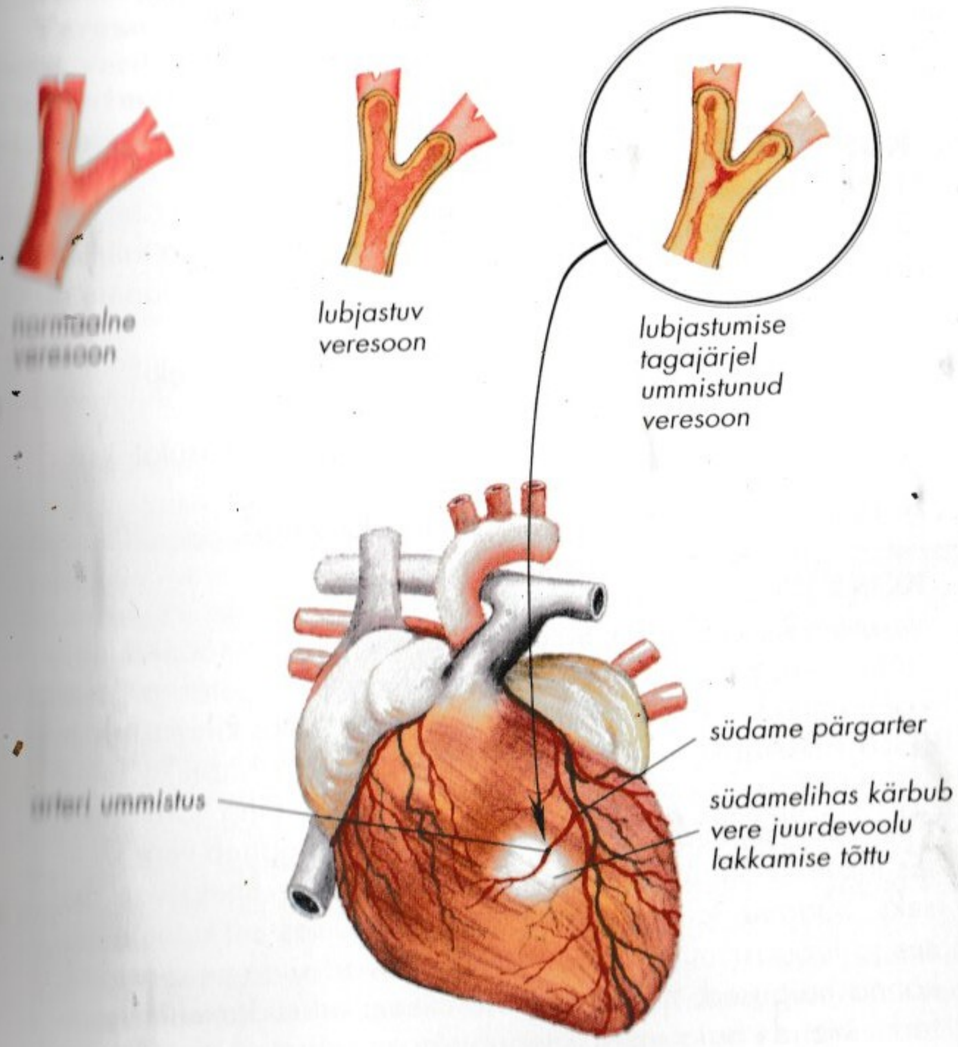
2.15. Südame töötsükkel. 1-kodade kokkutõmbumine, 2-vatsakeste kokkutõmbumine, 3-kogu südame lõtvumine.

Täiskasvanud inimese süda lööb rahuolekus keskmiselt 60–70 korda minutis. Ühe löögiga paiskab vasak vatsake täiskasvanul kehasse umbes 70 kuupsentimeetrit verd. Südamelöökide sagedus sõltub treenitusest, east, organismi hetkeseisundist jms. Tugeva kehalise pingutuse korral võib südame löögisagedus suureneda kuni 150 löögini minutis. Mida treenitum organism on, seda väiksem on südamelöökide arv, sest süda suudab minutis lihtsalt rohkem verd vereringesse paisata. Südamelöökide sagedust mõjutab ka inimese iga. Nii on imikutel südame töö umbes kaks korda kiirem, võrreldes täiskasvanud inimestega.

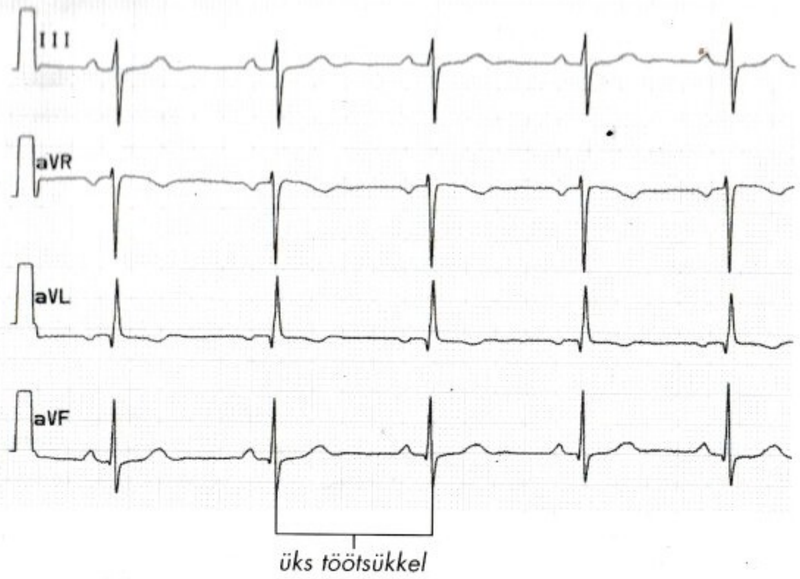
Südame talitluslikku seisundit saab iseloomustada elektrokardiogrammi järgi. Südame töötamisel tekivad südames nõrgad elektrivoolud, toonid ja kahinad ning neid on võimalik vastava aparatuuriga registreerida. **Elektrokardiogramm on südamelihaste kokkutõmmete graafiline üleskirjutus, mis võimaldab otsustada südame talitluse üle ja avastada südamehaigusi.** Südame töötsükkel võib vastavalt hetkevajadustele kas kiireneda või aeglustuda. Kui süda hakkab intensiivsemalt tööle, siis organite ja kudede verevarustus paraneb. Näiteks ehmatuse korral südametalitlus kiireneb. Südame tööd aeglustab aga äkiline ja tugev külmaärritus.

Südame-veresoonkonna haigused

Südame-veresoonkonna haigused on maailmas kõige rohkem suremust põhjustav haiguste rühm. **Umbes 60–70% surmajuhtumitest langeb nende haiguste arvele.** Enam levinud südamehaigus on **südamelihase infarkt**. See tekib siis, kui südamelihast verega varustav veresoon (pärgarter) ummistub, mille tagajärjel muutub osa lihasest elutuks ja asendub armkoega. Infarkti riskiteguriteks on suitsetamine, ülekaal, väär toitumine, vähene kehaline aktiivsus, pärilik eelsoodumus jne. Et südamelihaskoe rakud ei uuene, väheneb infarkti läbipõdenud haigetel ka südame töö efektiivsus. Sõltuvalt infarkti ulatusest kujuneb välja kas kergem või raskekujulisem südamepuudulikkus. Südamepuudulikkuse tõttu haigestunud hingeldavad, neil on õhupuuduse tunne, nad väsivad kergesti ja neil esineb südamepekslemine. Küllaltki levinud on ka südame rütmihäired, mille korral süda ei löö korrapäraselt. Rütmihäirete tagajärjel võib südametegevus kas kiireneda, aeglustuda või muutuda ebakorrapäraseks.



2.16. Südame pärgarteri ummistumisel tekib südameinfarkt



2.17. Elektrokardiogrammil on eristatavad kodade ja vatsakeste talitlust tähistavad sakid. EKG-l tekkivate muutuste alusel saab diagnoosida häireid südametegevuses.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Millised on vereringeelundkonna ülesanded?
2. Võrrelge südame kodade ja vatsakeste ehitust ja talitlust.
3. Kuidas tagatakse vere ühesuunaline liikumine südame eri osades?
4. Miks on süda võimeline töötama kogu inimese elu?
5. Millest sõltub südamelöökide sagedus?
6. Mis on elektrokardiogramm ja milleks seda kasutatakse.
7. Mis on infarkt?
8. Nimetage südamelihase infarkti riskitegurid.

KOKKUVÕTE

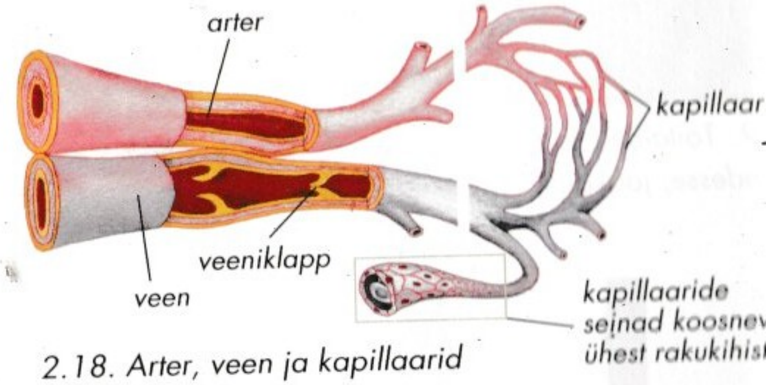
Vereringeelundkonna moodustavad veri, veresooned ning süda. Vere paneb soontes liikuma süda, mis töötab pidevalt kogu inimese elu. Vere ringlemine veresoontes kindlustab pideva ainevahetuse, võimaldab toitainete ja hapniku laialikandmist, temperatuuri ühtlustamist kehas ning jääkainete eemaldamist. Süda on lihaseline elund, mis paneb vere soontes liikuma. Süda jaguneb kaheks kojaks ja kaheks vatsakeseks. Südame talitlus seisneb tema rütmilises kokkutõmbumises ja lõõgastumises. Südant kahjustavad südame-veresoonkonna haigused, millest kõige ohtlikum on südamelihase infarkt. Nende haiguste riskiteguriteks on suitsetamine, ülekaalulisus, väär toitumine, vähene kehaline aktiivsus ja pidev stress.

2.5. Veresooned ja vereringe

Vereringe on vere pidev ringlemine organismis. Inimesel on kinnine vereringe, sest veri voolab veresoontes. Veri liigub südamest veresoonti mööda üle kogu keha laiali elunditesse ja kudedesse ning sealt tagasi südamesse. Veri liigub igas soones ainult ühes suunas.

Veresooned

Veresooned on torujad elundid, mida mööda veri ringleb. Kõik veresooned kokku moodustavad veresoonkonna. **Veresoonkond koosneb arteritest, kapillaaridest ja veenidest.**



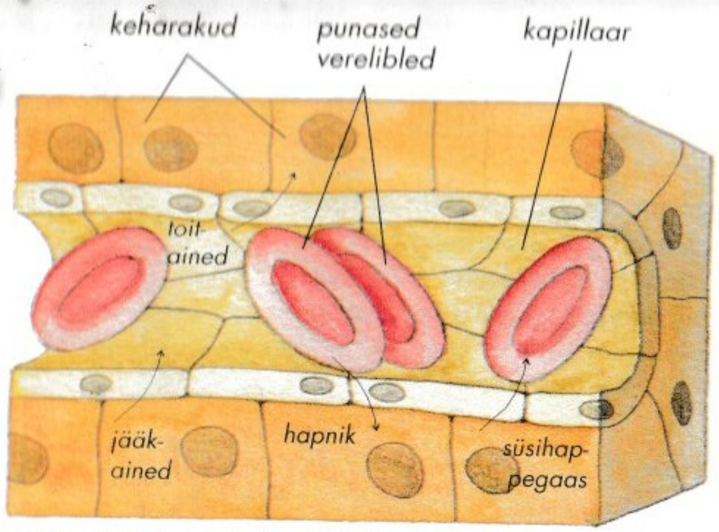
2.18. Arter, veen ja kapillaarid

Veresooni, mis südamest verd kudedesse viivad, nimetatakse arteriaalseteks veresoonteks. Kõige jämedam on aort, seejärel arterid, kõige peenemad on arterioolid.) Arterite seinad on paksud ja elastsed, nendes on paks lihaskiht. Iga südame iga kokkutõmme paiskab artereisse suure rõhu all verd. Arterite elastsus võimaldab neil survet taluda ja venida, ühtlustades sellega vere liikumist. Arterites liigub veri südame kokkutõmmete survel. Et süda pumpab suure survega pidevalt verd arteritesse, liigub veri seal kiiremini kui veenides.

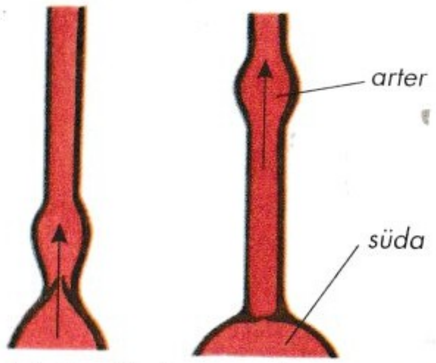
Iga kord kui süda kokku tõmbub ja vere suure jõuga soontesse surub, venivad aordi ja südamelähedaste arterite seinad välja. Kui südamelihased lõtvuvad, tõmbuvad arterid jälle kokku. Kokku tõmbudes suruvad nad vere soontes edasi, südamest kaugemale. Arterite lõtvumist ja kokkutõmbumist – pulssi – on tunda seal, kus arterid on kehapinna lähedal, näiteks randme siseküljel. Arterite pulsisagedus ja südame löögisagedus on ühesugused.

Venoossed veresooned (veenid ja veenulid) **juhivad verd kudedest südamesse.** Veenide seinad on pehmed ja õhukesed, nende lihaskiht on õhem kui arteritel. Keha lihaste kokkutõmbed panevad vere veenides liikuma. Veenides on klapid, mis takistavad vere tagasivoolu. Seetõttu liigub veri ainult ühes suunas. Veenide arv ja maht on arterite omast umbes kaks korda suuremad.

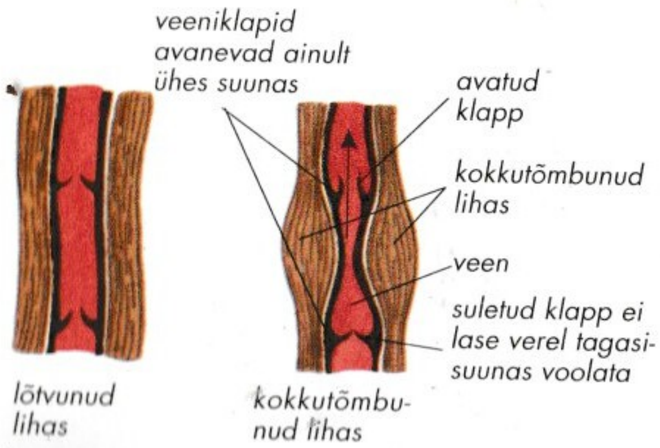
Kõige peenemad veresooned on kapillaarid ehk juussoonet, mis ühendavad artereid veenidega. Kapillaarides voolab veri väga aeglaselt. Kapillaare on kõigis kudedes ning nende võrgustik on väga tihe (nende kogupikkus on meie kehas ligikaudu 100 000 km).



2.19. Toitained ja hapnik liiguvad kapillaaridest kudedesse, jääkained aga kudedest verre.



Arterites liigub veri südame kokkutõmmete survel.



Veenides paneb vere liikuma neid ümbritsevate lihaste kokkutõmbumine.

2.20. Vere liikumine arteris ja veenis

Kapillaari sein koosneb ainult ühest rakukihist ja sellest lihaskude pole. Õhuke sein hõlbustab ainevahetust. Kapillaarides toimub nii gaasivahetus kui ka toit- ja jääkainete vahetus. Ained lähevad läbi kapillaaride seinte, sest kummalgi pool seina olevad gaaside, toit- ja jääkainete hulgad püüavad tasakaalustuda. Toitained ja hapnik liiguvad kapillaaridest kudedesse, jääkained (nende hulgas ka süsihappegaas) aga siirduvad kudedest kapillaaridesse. Veri kannab need sealt veenidesse.

Arterite ja veenide seinad on mitmekihilised, nad koosnevad välis-, kesk- ja sisekihist. Keskkihi sileli-hased suurendavad või vähendavad veresoonte õõnsusi, muutes sellega ka vererõhku.

Vererõhk

Vererõhk on rõhk, mida veri avaldab veresoonte seintele. Vererõhku tekitab südame vatsakeste kokkutõmme, mis vere arteritesse surub.

Vererõhk sõltub paljudest teguritest: südamest aorti paisatava vere hulgast, veresoonte õõne suurusest, veresoonte elastsusest, ringleva vere hulgast, südame töö sagedusest jm teguritest. Veresoonkonna erinevates osades – arterites, kapillaarides ja veenides – on vererõhk erinev. Südame lähedal (aordis) on rõhk kõige suurem, see väheneb südamest kaugemal. Kõige madalam on vererõhk veenides. Vererõhu erinevus veresoontes kindlustabki vere katkematu ja ühesuunalise liikumise. **Veri voolab kõrgema rõhu all olevatest soontest sinna, kus vererõhk on madalam.**

Arterites vererõhk muutub vastavalt südame töö rütmile. Kui süda kokku tõmbub ja vere välja paiskab, suureneb vererõhk arterites. Kui südamelihased lõtvuvad, vererõhk langeb. Vererõhk on arterites kõige kõrgem kohe pärast südamelihaste kokkutõmmet ning kõige madalam pärast südamelihase lõõgastumist. Vererõhu mõõtmisel antakse alati kaks arvu: kõige kõrgem ja kõige madalam rõhk arterites. Vererõhu mõõtühikuks on mm elavhõbedasammast. Noortel inimestel on normaalseks vererõhuks 115–130/70–80 mm elavhõbedasammast.

Vererõhk kõrgeneb vastavalt inimese vanusele. Tervel inimesel on vererõhk võrdlemisi püsiv ja kõrgeneb vaid lühiajaliselt kas erutuse või kehalise pingutuse korral. Püsiv vererõhu muutus on tavaliselt seotud mõne haigusliku seisundiga, millest levinum on **kõrgvererõhktõbi ehk hüpertoonia.**

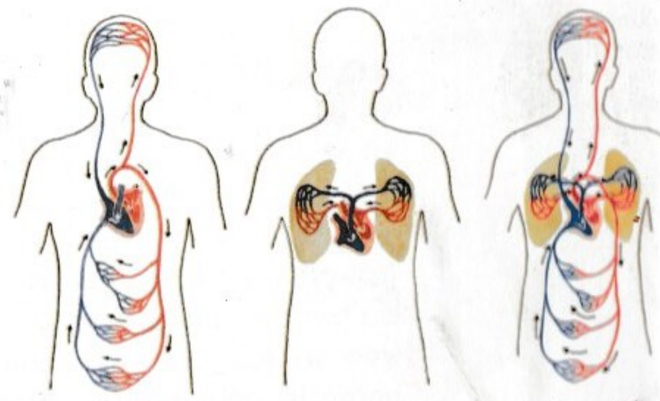
2.21. Vererõhu mõõtmin

Üheks kõrgvererõhktõve üheks eelsoodumuseks on veresoonte lubjastumine ehk ateroskleroos. Ateroskleroosi korral ladestuvad veresoonte seintesse kolesterool, kaltsiumisoolad, erinevad valgud ja muud ühendid. Veresoonte elastsus väheneb ning nende läbitavus langeb. Ateroskleroosi kujunemist soodustab väär toitumine, pärilik eelsoodumus, kõrgenenud kolesteroolitase veres ja ebatervislikud eluviisid. Osal inimestest esineb ka normist madalam vererõhk ehk hüpotoonia.

Suur ja väike vereringe

Üldvereringe jaguneb suureks vereringeks, mis varustab kogu keha kudesid verega, ja väikeseks vereringeks, milles veri rikastub kopsudes õhuhapnikuga.

Suur vereringe algab südame vasakust vatsakesest, mis paiskab vere aorti. Aort on inimese keha kõige suurem arter. Aordist lähtuvad arterid, mis hargnevad kord-korralt aina peenemateks soonteks, kuni lähevad üle kapillaaride võrgustikuks. Kapillaarid varustavad verega kõiki organeid ja kudesid. Läbi kapillaaride seinte liiguvad hapnik ja toitained kudedesse, kudedest liiguvad jääkained (sealhulgas ka süsihappegaas) verre. **Arteriaalne hapnikurikas veri muutub venoosseks vereks.** Kapillaare läbiv veri liigub edasi peentesse veenidesse, mis ühinevad järjest suuremateks veenideks. Kogu kehast tulev venoosne veri suundub lõpuks läbi kahe veeni südame paremasse kotta (neist ülemine veen toob südamesse verd peast, kaelast ja ülajäsemetest, alumine aga



2.22. Suur ja väike vereringe

kõigist ülejäänud kehaosadest). **Vere liikumist südame vasakust vatsakesest mööda veresooni kogu kehasse ja sealt südame paremasse kotta nimetatakse suureks vereringeks.**

Väike vereringe ehk **kopsuvereringe** on vere liikumine läbi südame kopsudesse ja sealt tagasi südamesse. Väike vereringe algab südame **paremast** vatsakesest, mis kokku tõmbudes paiskab kehast tulnud hapnikuvaese venoosse vere kopsuarteritesse. Kopsudes jagunevad arterid peenikesteks kapillaarideks. Läbi nende seinte toimub gaasivahetus: veri vabaneb süsihappegaasist ja rikastub hapnikuga. **Järelikult toimub kopsudes venoosse vere muutumine arteriaalseks.** Hapnikurikas arteriaalne veri koguneb kopsuveenidesse ja suundub südame vasakusse kotta ning sealt edasi vasakusse vatsakesse, millest veri suunatakse uuesti suurde vereringesse. Kopsuvereringe ülesanne on uuendada vere hapnikuvarusid, et varustada keharakke hapnikuga. **Vere liikumist südame paremast vatsakesest mööda kopsuartereid läbi kopsude verekapillaaride ja kopsuveenide südame vasakusse kotta nimetatakse väikeseks vereringeks.**

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Seletage mõisted: suur vereringe, väike vereringe.
2. Seletage suure ja väikese vereringe ülesandeid.
3. Võrrelge arterite ja veenide ehitust ning talitlust.
4. Mis on kapillaarid? Iseloomustage neid.
5. Kuidas toimub ainevahetus kapillaarides?
6. Mis tagab vere voolamise arterites ja veenides?
7. Mis on vererõhk? Millest see sõltub?
8. Milliseid muutusi põhjustab veresoontes ateroskleroos?

KOKKUVÕTE

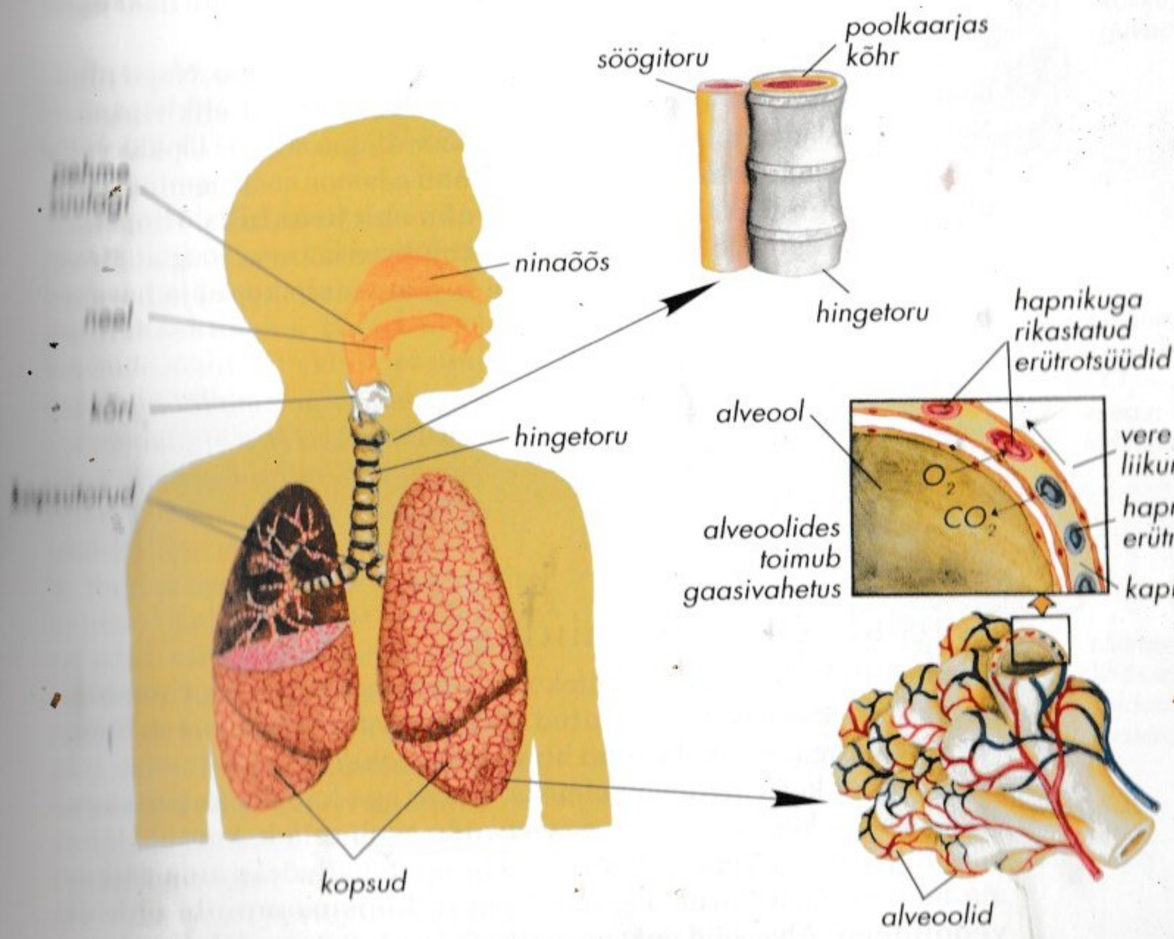
Vereringe on vere pidev ringlemine organismis. Inimesel on kinnine vereringe, sest veri voolab veresoontes. Veri liigub südamest veresooni mööda üle kogu keha laiali elunditesse ja kudedesse ning sealt uuesti tagasi südamesse. Veresooned (arterid, kapillaarid, veenid) on torujad elundid, mida mööda veri ringleb. Vere liikumise soontes kindlustab vererõhk. Veri voolab kõrgema rõhu all olevatest soontest sinna, kus vererõhk on madalam. Noortel inimestel on normaalne vererõhk 115–130/70–80 mm elavhõbedasammast. Vereringe jaguneb suureks vereringeks, mis varustab keha kudesid hapnikurikka verega, ja väikeseks ehk kopsuvereringeks, milles veri rikastub õhuhapnikuga.

2.6. Hingamiselundkond

Hingamiselundkond varustab organismi hapnikuga, mis on vajalik energia-vahetuseks, samuti aitab see vabaneda rakkude elutegevuse käigus moodustunud süsihappegaasist.

Õhu liikumise teed organismis

Toidu ja veeta suudab inimene elada mitmeid päevi, ilma hapnikuta aga vaid mõne minuti. Hingamiselundite abil toimub organismi ja väliskeskkonna vaheline gaasivahetus. Hingates saab organism õhust hapnikku ja eritab sinna süsihappegaasi. Inimene hingab põhiliselt kopsudega, sest naha osa hingamises on väga väike, ligikaudu üks-kaks protsenti.



2.23. Hingamiselundkonna moodustavad ninaõõs, neel, kõri, hingetoru, kopsutorud ja kopsud

Õhu liikumise teid organismis nimetatakse hingamisteedeks. Sissehingamisel läbib õhk ninaõõne, neelu, kõri, hingetoru, bronhid ja jõuab lõpuks kopsudesse. Hingamisteed algavad **ninaõõnega,** mille vahesein jaotab kaheks pooleks. Ninaõõne ülesandeks on sissehingatava õhu soojendamine ja puhastamine. Ninaõõnt katvalt limaskestalt erituv lima seob tolmukübemeid ja mikroobe, ning limaskesta arvukad ripsmekesed suunavad need väljapoole. Ninas on arvukalt verekapillaare, mis soojendavadki õhku. Läbinud ninaõõne ja **neelu** (neelus lähevad toidu ja õhu liikumisteed lahku), liigub sissehingatav õhk kõrisse. Sissehingatavas õhus leiduvad haigusetekitajad kahjustavad kõige sagedamini just hingamisteede ülemisi osi (ninaõõs, neel, kõri) ning inimesed, eriti lapsed, haigestuvad tihti ülemiste hingamisteede haigustesse.

Kõri koosneb erinevatest kõhredest, mis on omavahel seotud lihaste ja sidemete abil. Kõige suurem kõhr on eriti hästi näha meestel, see moodustab nn kõrisõlme. Kõri läbib ainult õhk, sest toidu või joogi neelamisel suleb kõrikaanekõhr hingamisteed. Kõri alumises osas on **häälekurrud**. Häälekurdude vahele jääb häälepilu. See on ka kõri kõige kitsam koht. Helid tekivad siis, kui läbi häälekurdude surutav õhk hakkab võnkuma. Tavaliselt on meeste hääl naiste omast madalam.

Kõrist liigub sissehingatav õhk edasi **hingetorusse**. Nagu ninaõõnes, on ka selle limaskestal väikesed karvakesed ehk ripsmed. Need lükkavad tolmuosakesi ja mikroobe väljapoole, mis lõpuks välja köhitakse. Samuti toimub hingetorus õhu edasine soojenemine. **Hingetoru hargneb kaheks kopsutoruks ehk bronhiks**. Hingetoru ja bronhide seinu toestavad poolkaarekujulised kõhrest rõngad. Bronhid suunduvad vastavalt vasakusse ja paremasse kopsu ja hargnevad seal.

Täiskasvanu hingetoru on 10–15 cm pikkune ja tema läbimõõt on 1,5–2,5 cm. Lastel on hingamisteed lühemad, seetõttu ei jõua sissehingatav külm õhk alati piisavalt soojeneda ja võib põhjustada kopsudes haiguslikke nähte.

Kopsude ehitus ja talitlus

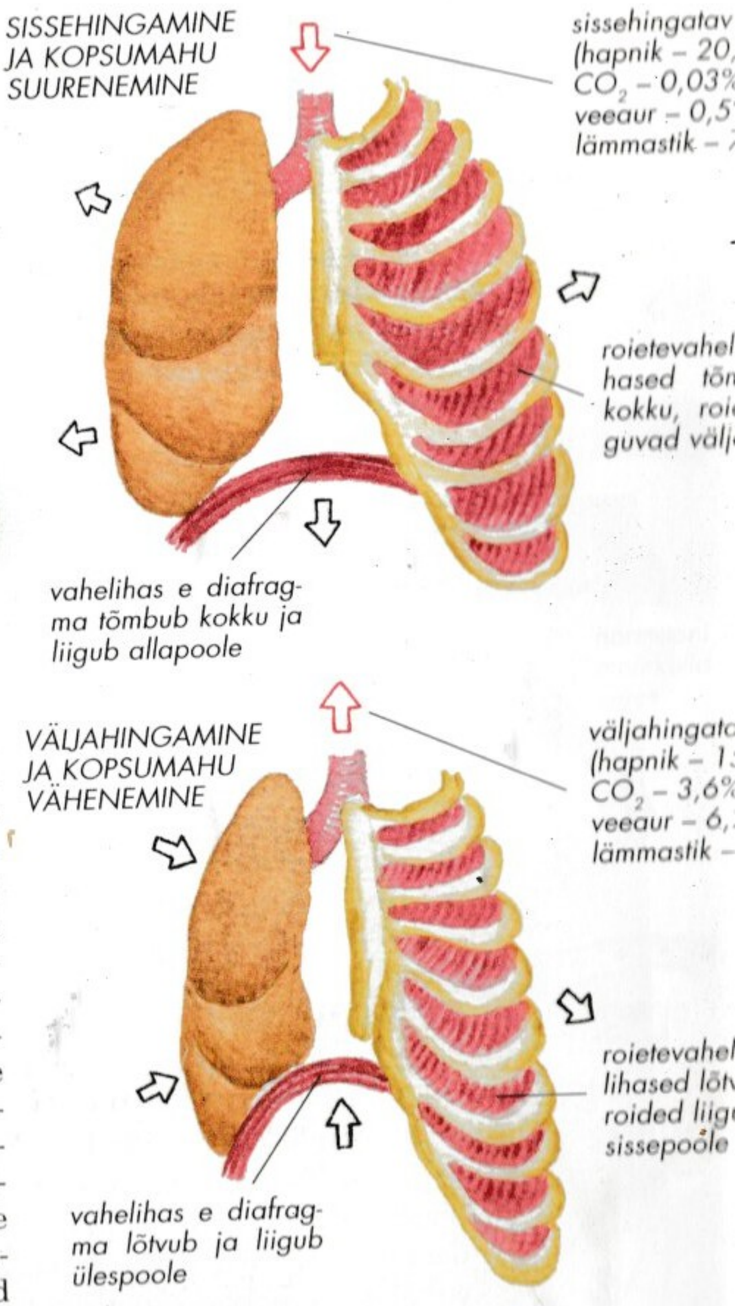
Kopse katab õhuke ja libe sidekoeline **kopsukelme**. Ka rinnaõõne sisepind on kelmega vooderdatud. Kelmete vahele jääv õõs on täidetud vedelikuga, mis vähendab hingamisel tekkivat hõõrdumist. Inimese parem kops jaguneb kolmeks, vasak aga kaheks **kopsusagaraks.** Vasak kops on väiksem, sest süda asub sellele kopsule lähemal. Kopsudes hargnevad mõlemad bronhid paljudeks aina väiksema läbimõõduga harudeks, mis lõpevad **kopsusompude ehk alveoolidega**. Alveoolid on väga väikesed (0,1–0,3 mm läbimõõduga) õhuga täidetud mullitaolised moodustised. Alveoolide kogumikud moodustavad kopsude käsnja põhiosa (nende kogupindala küünib täiskasvanud inimesel 100–200 m^2-ni). Alveoolide seinad on õhukesed, nad koosnevad vaid ühest rakukihist. Igat alveooli ümbritsevad võrguna verekapillaarid.

Alveoolides toimub gaasivahetus. Et sissehingatud õhus on rohkem hapnikku kui kopsudesse tulevas veres, siis siirdub hapnik läbi alveoolide ja kapillaaride seinte verre. Süsihappegaas liigub vastassuunas, sest kehast tulnud veres on rohkem süsihappegaasi kui alveoolides. See tungib kopsude õhuruumi. Seega muutub kopsudes venoosne veri arteriaalseks vereks, mis liigub südamesse. Õhk ja veri kopsudes otseselt kokku ei puutu. Väljahingatavas õhus on rohkesti süsihappegaasi.

Kopsud mahutavad 5–6 liitrit õhku. Tavalisel sissehingamisel vahetub sellest vaid väike osa. Ka väga sügaval väljahingamisel ei tühjene kopsud kunagi täielikult. Kopsudesse jääb ohutagavara, et nad kokku ei langeks.

Rahuolekus läbib minuti vältel kopse 4–6 liitrit õhku ja verre läheb 0,2–0,3 liitrit hapnikku.

Hingamisliigutusi juhib peaajus (piklikus ajus) asuv närvikeskus, mida nimetatakse **hingamiskeskuseks.** Hingamisel kopsude maht vaheldumisi suureneb ja väheneb. See toimub rinnaõõne mahu muutumise tõttu. Sissehingamisel tõmbuvad roietevahelised lihased kokku ja roided liiguvad üles- ja väljapoole. Samaaegselt laskub tänu vahelihase kokkutõmbele rindkere põhi allapoole. Rinnaõõne ruumala suureneb ja õhk tõmmatakse kopsudesse. Väljahingamisel toimub eelnimetatud lihaste lõtvumine, rinnaõõne ruumala väheneb ja õhk surutakse kopsudest välja. Kopsud osalevad sisse- ja väljahingamises passiivselt, sest tema enda lihased hingamises ei osale.



2.24. Sissehingamisel rinnaõõne maht suureneb, tungib kopsudesse, väljahingamisel rinnaõõne maht väheneb ja õhk surutakse kopsudest välja

Noorukite hingamissagedus minutis on 18–20 korda, täiskasvanutel 16–18 korda. Kui süsihappegaasi hulk veres suureneb, näiteks lihastöö tulemusena, mõjutab see hingamiskeskust ning hingamine muutub sagedasemaks ja sügavamaks.

Kehaliste koormustega harjumatul inimesel kutsub pingutus esile hingeldamise. ***Hingeldus on normaalsest sagedasem hingamine.*** *Hingelduse korral hingamise sagedus küll kiireneb, kuid gaasivahetus eriti ei suurene, sest hingamise sügavus jääb peaaegu samaks. Tegeldes kehalise töö ja spordiga, treenitakse ka hingamislihaseid, mistõttu selline inimene suudab vajaduse korral ka sügavamalt hingata. Seepärast näiteks ei hakka treenitud inimene joostes kohe hingeldama, vaid hingab sügavalt ja ühtlaselt, kuigi ka tema hingamissagedus suureneb.*

Lisaks kopsuhingamisele toimub organismis pidevalt ka **rakuhingamine,** st rakkudes toimuvad kogu aeg biokeemilised reaktsioonid, mille käigus toitained reageerivad hapnikuga. Selle tagajärjel vabaneb organismile vajalik energia ning tekivad vesi ja süsihappegaas.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Kirjeldage õhu liikumise teed ninaõõnest kopsudesse.
2. Miks peab inimene pidevalt hingama?
3. Mis on häälekurrud ja kus nad asuvad?
4. Kirjeldage kopsude ehitust.
5. Mis on alveoolid?
6. Kuidas toimub gaasivahetus kopsudes?
7. Võrrelge sisse- ja väljahingamist.
8. Mis mõjutab inimese hingamissagedust?
9. Mis on hingeldus?
10. Miks on parem hingata läbi nina kui läbi suu?

KOKKUVÕTE

Hingamiselundid kindlustavad inimese keha ja väliskeskkonna vahelise gaasivahetuse. Sissehingatav õhk liigub kõigepealt ninaõõnde, seejärel neelu, kõrri, hingetorusse, bronhidesse ja lõpuks kopsualveoolidesse. Alveoolide seinad on õhukesed, nad koosnevad vaid ühest rakukihist. Igat alveooli ümbritseb verekapillaaride võrk. Alveoolides toimub gaasivahetus. Alveoolide suur üldpindala tagab efektiivse gaasivahetuse. Noorukite hingamissagedus minutis on 18–20 korda, täiskasvanutel 16–18 korda. Hingamisliigutusi juhib piklikus ajus asuv närvikeskus, mida nimetatakse hingamiskeskuseks.

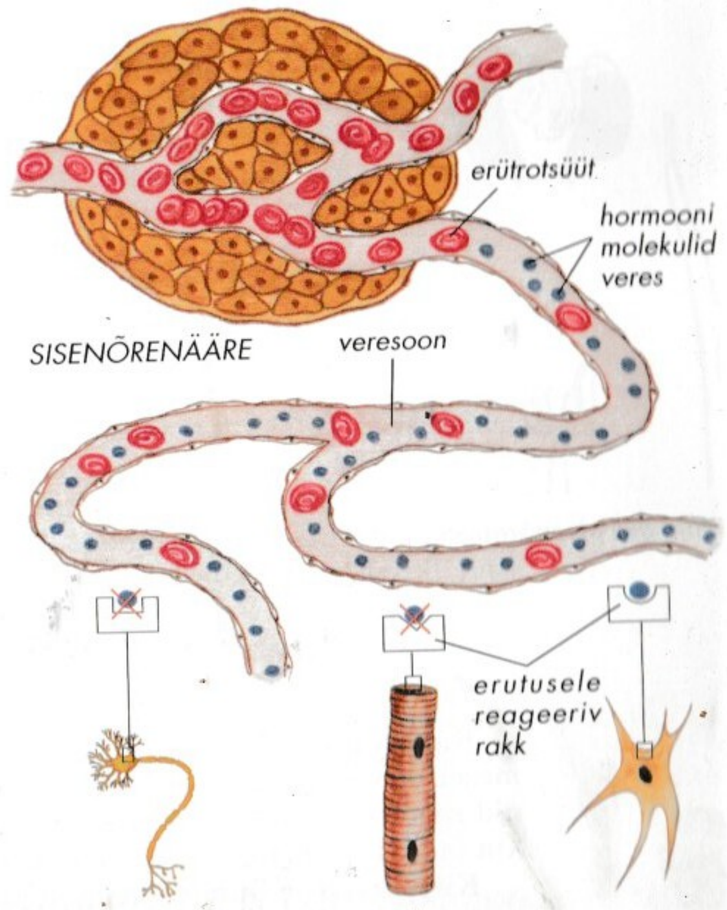
2.7. Sisenõrenäärmed

Organismi kudede ja elundite talitlust reguleerivad lisaks närvisüsteemile mitmesugused keemilised ained – **hormoonid.** Hormoone toodavad sisenõrenäärmed. Sisenõrenäärmed eritavad hormoone otse verre, sest nendel näärmetel puuduvad juhad, mis sünteesitud nõreid sihtkohta toimetaks. Veri kannab näärmetes toodetud hormoonid erinevate kudede ja elunditeni, mille talitlust nad mõjutavad.

Hormoonid kannavad infot edasi aeglasemalt kui närvid ja nende mõju on pikaajalisem, sest nad jäävad mõneks ajaks vererinnesse, enne kui nad lagundatakse.

Hormoonide ülesanded ja omadused

Hormoonid reguleerivad organismi ainevahetust, muutes ensüümide aktiivsust või hulka. Hormoonid on **väga aktiivsed,** juba väga väikesed kogused mõjutavad organismi teatud elundite ja elundkondade talitlust. Näiteks mitmete hormoonide toime ilmneb juba miljondikgrammilistes hulkades. Isegi väikesed, normaalse hormoonhulga muutused võivad tõsiselt häirida keha sisemist tasakaalu. Igal hormoonil on **oma ülesanne (spetsiifiline toime),** st nad mõjutavad ainult kindlat kude või elundit. Hormoonidel on **erinev toimeaeg.** On hormoone, mis reageerivad hetkelistele muutustele, nagu ehmatus või hirm. Osa hormoone aga reguleerib pikemaajaliste protsesside kulgu – näiteks kasvamist, arenemist, paljunemist ja vananemist.

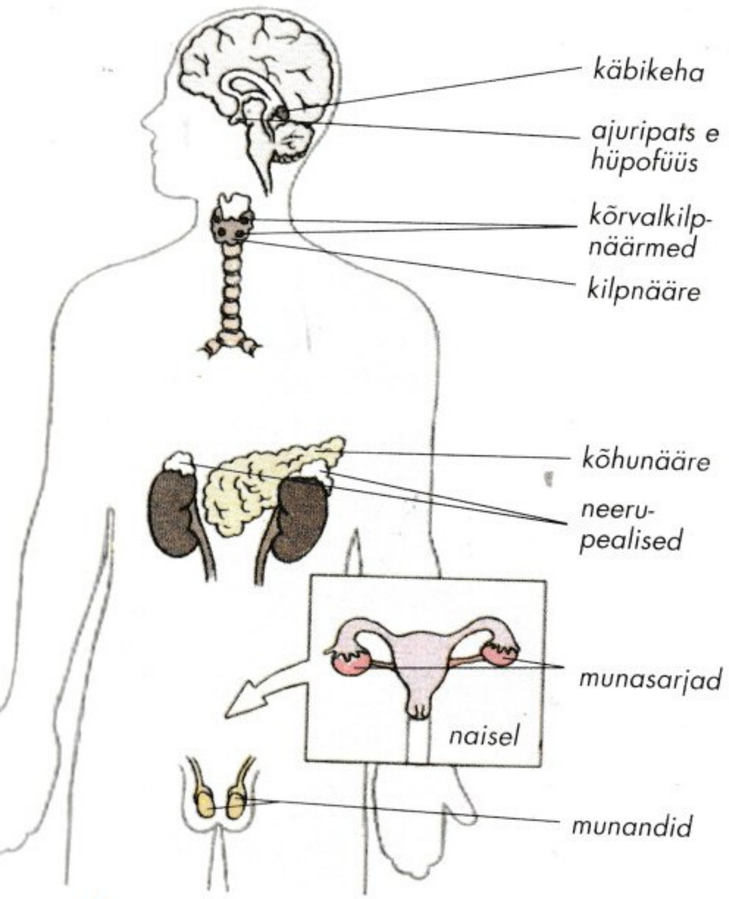


Sisenõrenääre eritab hormoonid verre. Hormoon toimib vaid sellele rakule, millega ta sobib

2.25. Hormoonid mõjutavad ainult kindlat kude või e

Sisenõrenäärmed eritavad hormoone

Kõiki neid näärmeid, mis sünteesivad hormoone ja millel puuduvad juhad, nimetatakse sisenõrenäärmeteks. Inimese sisenõrenäärmete süsteemi moodustavad: ajuripats, käbikeha, kilpnääre, kõrvalkilpnäärmed, neerupealised, kõhunääre ja sugunäärmed. Kaks viimati nimetatud nääret on segatüübilised, sest lisaks hormoonide sünteesile täidavad nad veel teisi ülesandeid.



26. Inimese sisenõrenäärmed

Sisenõrenäärmete talitlus on tihedalt seotud närvisüsteemi talitlusega, koos reguleerivad nad kõiki organismi elutähtsaid protsesse.

Ajuripats ehk hüpofüüs on kõige tähtsam sisenõrenääre. Peaajus asuv ajuripats juhib koos närvisüsteemiga teiste hormoone sünteesivate näärmete talitlust. Näiteks reguleerib ta suguhormoonide sünteesi sugunäärmetes. Ajuripats sünteesib ka kasvuhormooni, mis mõjutab kogu organismi kasvu. Kasvuhormooni vähesus põhjustab kääbuskasvu, üleküllus aga hiidkasvu ehk gigantismi.

Ajuripatsi kaudu on närvisüsteem ja hormoonsüsteem omavahel seotud. Aju närvirakud aktiveerivad ajuripatsit, mis hakkab hormoone valmistama. Paljud neist aga reguleerivad omakorda teiste näärmete tööd.

Käbikeha asub samuti peaajus. Imetajatel, sealhulgas ka inimesel, on käbikeha suhteliselt vähe arenenud nääre. Tema hormoonid reguleerivad organismi ööpäevaseid rütme, näiteks ärkvelolekut ja und ning mõjutavad ka naha pigmentide sünteesi.

Kilpnääre on inimese kõige suurem sisenõrenääre, mis kaalub umbes 40 grammi. Kilpnääre paikneb kaelal kõri ees ja külgedel. Kilpnäärme hormoonid mõjutavad erutusprotsesside tugevust närvisüsteemis ning ainevahetuse kiirust. Kui lapseeas on kilpnäärmehormoonide süntees ebapiisav, siis on inimene vaimselt alaare-

nenud ja kääbuskasvu. Tuntud on ka **kilpnäärme ülemäärane talitlus**, mille tagajärjel nõristub verre liiga palju hormoone. Selle haire all kannatavad inimesed on pidevalt erutunud ning neil on väga kiire ainevahetus, mistõttu nad on kõhnad. Selle haiguse iseloomulikuks tunnuseks on ka pungsilmsus.

Kilpnäärme hormoonid sisaldavad joodi. Kui organism ei saa joogivee ja toiduga piisavalt joodi, siis on häiritud nende hormoonide süntees ning kilpnääre hakkab haiglaslikult suurenema.

Kõrvalkilpnäärmed on inimese kõige väiksemad sisenõrenäärmed, nad kaaluvad ligikaudu 0,1 grammi. Ka need näärmed on kõri piirkonnas ning nende hormoonid reguleerivad meie organismis kaltsiumi ja fosfori ainevahetust.

Neerupealised, nagu ütleb nimetuski, paiknevad neerude peal. Neerupealiste kõige tuntum hormoon on **adrenaliin**. Adrenaliin eritub verre näiteks hirmu, ehmatuse ja viha korral. Adrenaliin ergutab südametegevust, kiirendab hingamissagedust, tõstab vererõhku ja soodustab veresuhkru kasutamist lihasrakkudes. Need muutused annavad organismile lisaenergiat, valmistavad organismi ette pingutusteks.

Kõhunääre (pankreas) asub mao taga. Seedimiseks vajalike ensüümide kõrval eritab kõhunääre ka hormoone. Kõhunäärmehormoonidest on kõige tähtsam **insuliin.** Insuliinil on kaks ülesannet. Esiteks, insuliin soodustab veres leiduva glükoosi ehk veresuhkru tungimist rakkudesse. Rakud kasutavad glükoosi põhiliselt energia saamiseks. Teiseks toimub insuliini mõjutusel maksas ja lihastes süsivesikute tagavara – glükogeeni – sünteesimine veres olevast glükoosist.

Kui kõhunääre toodab insuliini liiga vähe, on tegemist **suhkurtõve ehk diabeediga.** Sel juhul ei saa keharakud glükoosi normaalselt kasutada ja talletada. Suhkur koguneb verre ja eritub lõpuks uriiniga. Suhkurtõve raskema vormi korral ei tooda kõhunäärme üldse insuliini ja ainsaks väljapääsuks on insuliini süstimine. Nõrgugune suhkurtõve vorm on vähem levinud, kuid tekib nooremate inimestel. Suhkurtõve kergema vormi korral ei tooda organism kehamassi kohta piisavalt insuliini. Veresuhkru tase muutub üpriski palju, kuid rakkude glükoosivajadus on siiski rahuldatud. Kergem vorm esineb vanematel inimestel ja on rohkem levinud. Selle raviks tuleb muuta toitumisharjumusi ja vähendada kehakaalu.

Sugunäärmete hormoonid mõjutavad sootunnuste – vastavalt kas mehe või naise (näiteks habeme või rindade) – arengut. Munasarjad ja munandid valmistavad nii sugurakke kui ka suguhormoone.

Sugunäärmed hakkavad tööle murdeeas. Ajuripats hakkab tootma hormooni, mis paneb tööle sugunäärmed. Nende poolt toodetud hormoonide toimel kujunevadki sootunnused.

Kui inimesel on mõne hormooni süntees häiritud, (kas toodetakse seda liiga palju või liiga vähe), tekivad suured häired organismi talitluses. Hormooni vaeguse või puuduse korral aitab sageli hormoonpreparaatide tarvitamine, näiteks suhkurtõve ravimisel. Hormoonpreparaatide kontrollimatu kasutamine võib organismis esile kutsuda pöördumatuid kahjulikke muutusi. Väär ja ohtlik on hormoonpreparaatide kasutamine sportlike saavutuste parandamiseks.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Nimetage hormoonide omadusi.
2. Mis on sisenõrenääre?
3. Millised näärmed moodustavad inimese sisenõrenäärmete süsteemi?
4. Milles seisneb hüpofüüsi tähtsus?
5. Miks võib kõhunääret ja sugunäärmeid lugeda segatüübilisteks näärmeteks?
6. Milline on adrenaliini mõju organismile?
7. Mis on insuliin ja kuidas ta reguleerib glükoosi sisaldust veres?
8. Milleks kasutatakse hormoonpreparaate?

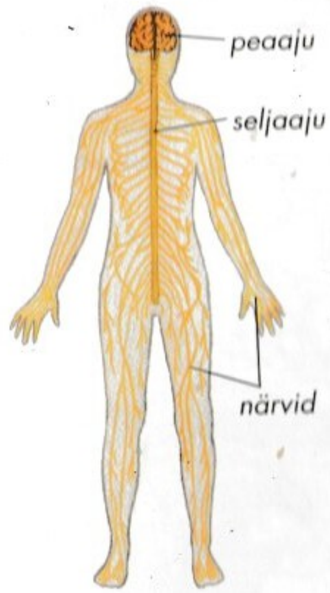
KOKKUVÕTE

Inimese sisenõrenäärmete süsteemi moodustavad ajuripats, käbikeha, kilpnääre, kõrvalkilpnäärmed, neerupealised, kõhunääre ja sugunäärmed. Kaks viimati nimetatud nääret sünteesivad lisaks hormoonidele ka teisi ühendeid. Kõik sisenõrenäärmed eritavad hormoone otse verre, sest nendel näärmetel puuduvad juhad. Veri kannab näärmetes toodetud hormoonid erinevate kudede ja elunditeni, mille talitlust nad mõjutavad. Hormoonid on suure bioloogilise aktiivsusega ühendid, mis koos närvisüsteemiga reguleerivad organismi ainevahetust. Igal hormoonil on erinev mõjuaeg ja kindel toime, st nad mõjutavad ainult kindlat kude või elundit. Muutused hormoonide sünteesis (üle- või alatootmine) põhjustavad suuri häireid organismi talitluses.

2.8. Närvisüsteemi ehitus ja talitlus

Närvisüsteem võtab osa kõigi elundite talitluse kooskõlastamisest. Seega juhivad organismi talitlust nii närvid kui ka hormoonid. Närvisüsteemi vahendusel kohaneb organism väliskeskkonna muutustega ja organismis eneses toimuvate protsessidega.

Närvisüsteem jaotub kaheks osaks – kesknärvisüsteemiks ja piirdenärvisüsteemiks. Kesknärvisüsteem koosneb peaajust ja seljaajust. Piirdenärvisüsteemi moodustavad närvid, mis ühendavad peaaju ja seljaaju kõigi kehapiirkondadega.



2.27. Kesknärvisüsteem ja piirdenärvisüsteem. Kesknärvisüsteemi moodustavad pea- ja seljaaju. Piirdenärvisüsteemi kuuluvad keha närvid

Kesknärvisüsteem juhib kogu organismi tegevust. Peaajust ja seljaajust koosnev kesknärvisüsteem moodustab organismi elutegevust juhtiva keskuse. Kesknärvisüsteem aitab koos kõlastada erinevate kehaosade tegevust ning võimaldab organismil kohaneda muutuvate keskkonnatingimustega. Kesknärvisüsteem võtab vastu meeleelunditest saabunud informatsiooni, analüüsib seda ning edastab närve mööda organitele vajaliku info.

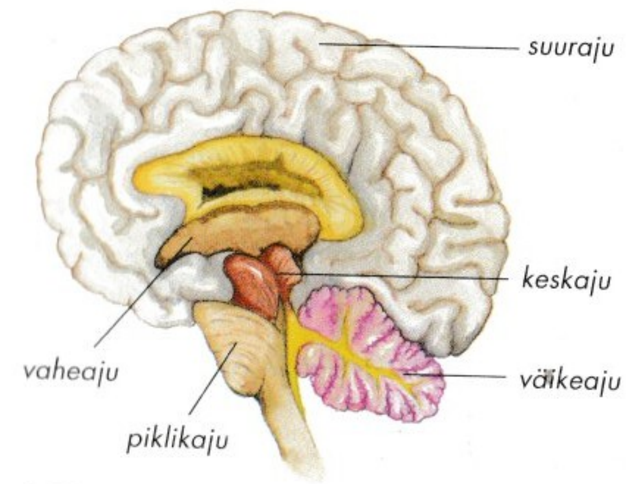
Peaaju

Kesknärvisüsteemi põhiosaks on koljus paiknev peaaju. Inimese peaaju kaalub umbes 1,3–1,4 kilogrammi ja meenutab välimuselt sültjat massi. Sültjas on aju sellepärast, et kõige rohkem on temas kopstises vett. Peaaju toestavad ja kaitsevad vigastuste eest koljuluudest moodustuv luuline ümbris, ajukestad ja ajuvedelik.

Peaaju koosneb miljarditest närvirakkudest, mis moodustavad ajus erineva ülesandega **piirkondi** ja **keskusi**. Ühtedes toimub kehast närvide vahendusel laekuva info kogumine, teistes analüüsitakse infot ja kolmandates ajuosades võetakse vastu otsuseid, mis edastatakse närvide abil lihastesse. Närvirakke elu jooksul juurde ei moodustu ja inimese vananedes närvirakkude arv pidevalt väheneb. Kuid õppimise ja kogemustega luuakse pidevalt uusi seoseid närvirakkude vahel, nii et inimese vaimsed võimed närvirakkude hoomuliku hukkumise tagajärjel ei kannata.

Kesknärvisüsteemis saab eristada hallainet ja valgeainet. Hallaine koosneb peamiselt närvirakkude kehadest. Valgeaine moodustavad aga närvirakkude pikad jätked. Osa närvirakkude neuriite aga väljub ajust ja moodustab närve. Üldse lähtub peaajust 12 paari peaaju närve.

Inimese peaaju koosneb mitmest osast. **Suuraju,** nagu nimetus ki reedab, on kõige suurem ja arenenum peaaju osa. Ta moodustab umbes 70% peaaju mahust. Suuraju on jaotunud paremaks ja vasakuks poolkeraks, mis on omavahel närvidega ühendatud. Ajupoolkerad koosnevad peamiselt valgeainest, nende välispind aga hallainest. Suuraju välispinda nimetatakse **ajukooreks.** See on ligikaudu kolme millimeetri paksune ja moodustub mitmest närvirakkude kihist. Suuraju välispind on vaoline ja kurruline, mis suurendab ajukoore pindala. Mida suurem on ajukoore pind, seda rohkem on seal neuroneid ja seda keerukamat käitumist see võimaldab.



2.28. Kesknärvisüsteemi põhiosaks on koljus paiknev peaaju

Inimese suuraju koores on ligikaudu 14 miljardit närvirakku. Vagude ja kurdude tõttu on ajukoore pind suur – umbes 2000–2500m². Ajukoore pinnast on näha ainult 1/3, ülejäänud on vagudes.

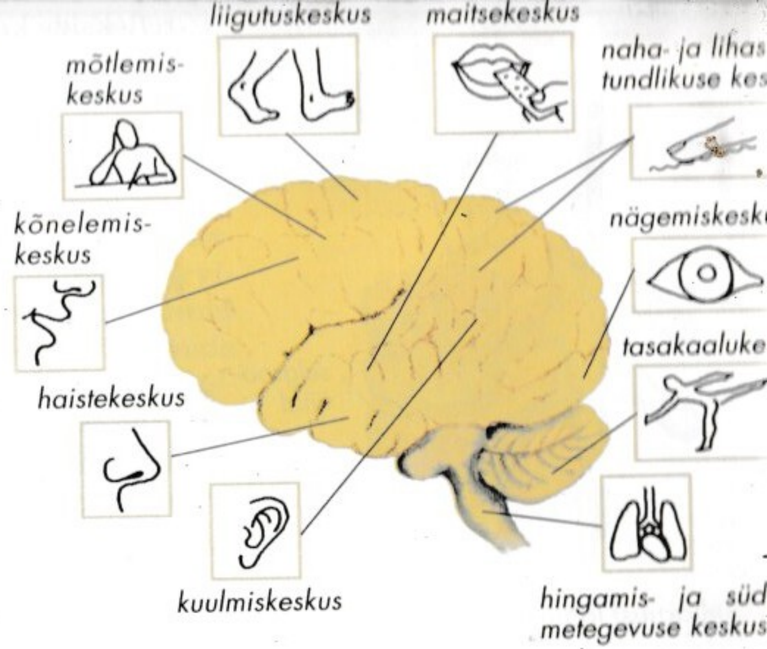
Vasak ajupool juhib parema kehapoole ja parem ajupool vasaku kehapoole tegevust. Et enamikul inimestel on juhtivaks vasak ajupool, siis on paremakäelisi tunduvalt rohkem kui vasakukäelisi.

Parem ajupoolkera määrab muusikalised ja kunstilised võimed, samuti kujutlusvõime. Vasak poolkera on seotud lugemise, kirjutamise, rääkimise, loogilise mõtlemise ja matemaatiliste võimetega.

Ajukoor juhib nii inimese kehalist kui ka vaimset tegevust. Suurem osa ajukoorest on seotud informatsiooni ümbertöötamise ja säilitamisega. Iga elundi talitlus on allutatud suuraju poolkerade kontrollile. Ajukoore eri piirkondades asuvad näiteks kuulmise, nägemise, maitsmise ja haistmise ning kõnelemise keskused, aga ka liigutusi juhtiv tunde-motoorne keskus. Ajukoores kujunevad tunded (hirm, rõõm), mõtted ja mälu. **Mälu on kogetud info säilitamine, meenutamine ja kasutamine.**

Inimesel saab eristada lühiajalist ja püsimälu. Lühiajalises mälus säilib info kõigest paar tundi. Seejärel see kas kaob või salvestub püsimälus. Püsimälus võib info säilida isegi elu lõpuni. Kõige paremini aitab infot püsimällu talletada selle pidev kordamine ja kasutamine. Loomulikult ei säili mälus kogu omandatu, osa infot kaob unustamisel. Unustamine väldib mälu tarbetut ülekoormamist. Inimestel on arenenud erinevad mäluliigid, näiteks kuulmis-, nägemis- või ruumimälu.

Väikeaju on kuklaosas asuv ajuosa, mis reguleerib lihaste koostööd. Ta kooskõlastab erinevaid liigutusi: hoolitseb selle eest, et liigutused oleksid sujuvad ja koordineeritud. Tänu väikeajule kujunevad liigutusvõimused ja tasakaalutunne. Väikeaju võimaldab nii niiti nõela taha ajada kui ka seiltkõndijal tasakaalu hoida. Mitmeid liigutusvilumusi peab algul küll õppima, kuid pärast nende omandamist toimuvad liigutused automaatselt.



2.29. Suuraju ajukoores asuvad erinevaid ülesandeid täitvad ajukeskused

Keskaju on suhteliselt väike. Tema edastab infot suurajust seljaajju. Samuti vastutab keskaju lihaste pingeseisundi ehk toonuse säilimise eest.

Vaheaju asuvad ainevahetust, sigimist, eritamist ja keha temperatuuri reguleerivad keskused.

Piklikaju ühendab peaaju seljaajuga. Piklikajus on mitmed eluliselt tähtsad juhtekeskused, mis reguleerivad meie tahtele allumatut elundite tegevust. Näiteks juhib piklikaju hingamist ja südametegevust. Piklikaju vigastamisel inimene sureb.

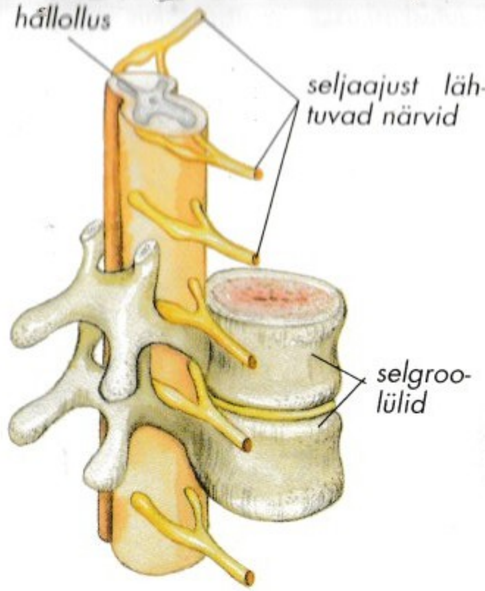
Peaaju levinumad haigused on traumadest põhjustatud ajuvigastused, ajuveresoonte ummistumisest tingitud ajuinfarkt, rakkude kontrollimatust paljunemisest kujunenud ajukasvajad ning viirusnakkusest esilekutsutud ajupõletikud.

Seljaaju paikneb selgrookanalis

Seljaaju on selgrookanalis paiknev nöörikujuline närvirakkude kogumik. Seljaaju keskel on vedelikuga täidetud kanal, mida ümbritseb hallaine. Hallaine ristlõige meenutab laialisirutatud tiibadega liblikat. Seljaaju välimise kihi moodustab närvirakkude jätkest koosnev valgeaine.

Täiskasvanud inimese seljaaju kaalub umbes 35 grammi ja tema pikkus on 40–45 cm ning läbimõõt 0,7–1,4 cm.

Seljaajul on kaks tähtsat ülesannet. Esiteks vahendab ta informatsiooni peaaju ja ülejäänud keha vahel. Mööda seljaaju valgeainet liigub info peaajju ja sealt tagasi. Teiseks juhib seljaaju lihtsaid kaasasündinud käitumisi, mida kutsutakse tingimatuteks reflekseideks, st aitab kiiresti reageerida hädaolukorras. Tingimatute



2.30. Seljaajust lähtuvad seljaajunärvid

reflekside keskus asub seljaaju hallaines.

Seljaajust lähtub 31 paari seljaajunärve. Närvid väljuvad seljaajust selgroolülide vahelistest avadest. Seljaajunärvid sisaldavad kahesuguseid närvikiude. Selgmised kiud toovad seljaajusse infot, kõhtmised kiud aga edastavad infot seljaajust väljapoole.

Seljaaju vigastuste korral side peaajuga katkeb ning vigastuskohast allpool olevad kehaosad ei saa normaalselt talitleda. Nende tegevus on halvatud.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on kesknärvisüsteemi ülesanne?
2. Mis on ajukoor ja mis tähtsus tal on?
3. Millises aju osas kujuneb mälu?
4. Loetlege peaaju osad ja kirjeldage nende ülesandeid.
5. Võrrelge pea- ja seljaaju ehitust ja talitlust.
6. Millised haigused võivad peaaju kahjustada?
7. Miks on seljaaju vigastused organismile ohtlikud?

KOKKUVÕTE

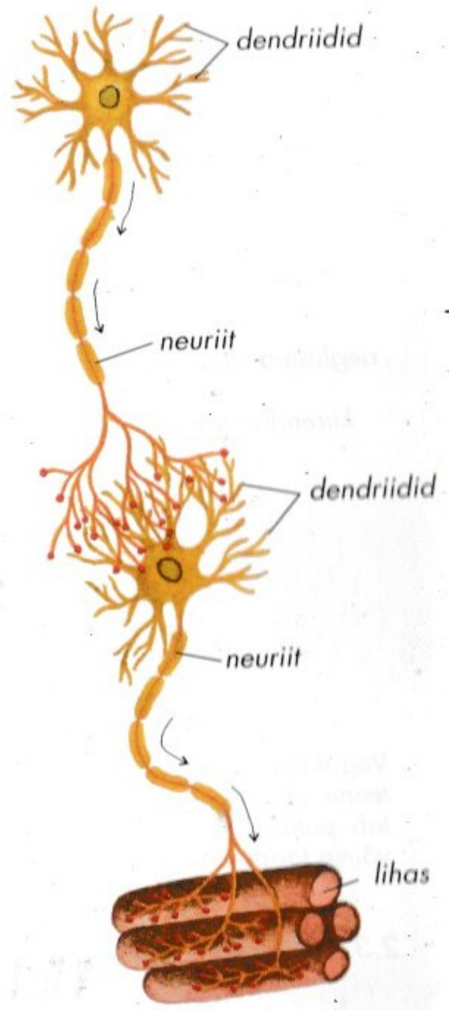
Närvisüsteem võtab osa kõigi elundite talitluse kooskõlastamisest. Närvisüsteemi vahendusel kohaneb organism väliskeskkonna muutustega ja organismis eneses toimuvate protsessidega. Närvisüsteem jaotub kaheks osaks – kesknärvisüsteemiks ja piirdenärvisüsteemiks. Kesknärvisüsteem koosneb peaajust ja seljaajust. Peaaju koosneb suurajust, väikeajust, keskajust, vaheajust ja piklikust ajust. Peaaju kõige olulisem osa on suuraju välispinda kattev ajukoor, mis juhib inimese kehalist ja vaimset tegevust. Ajukoore eri piirkondades asuvad kuulmise, nägemise, maitsmise, haistmise ja kõnelemise ning liigutusi juhtiv tunde-motoorne keskus. Ajukoores kujunevad tunded, mõtted ja mälu. Seljaaju vahendab informatsiooni peaaju ja ülejäänud keha vahel ja juhib ka lihtsaid kaasasündinud käitumisi.

2.9. Närvid ja refleksid

Peale kesknärvisüsteemi on inimese kehas piirdenärvisüsteem. **Piirdenärvisüsteem koosneb üle kogu keha paiknevatest närvidest, mis ühendavad kõiki keha organeid kesknärvisüsteemiga.** Tuleta meelde, mida tead närvidest (vt lk 22). Enamik närve sisaldab kahesuguseid kiude. Ühed närvikiud (aferentsed) juhivad erutusi organitest pea- ja seljaajusse, teised (eferentsed) aga kesknärvisüsteemist elundeisse.

Erutusi juhitakse närviimpulssidena – elektriliste signaalidena.

Närviimpulss on närvirakkudes toimuv lühiajaline ja väga nõrk elektriline muutus. Impulsid antakse edasi ühelt närvirakult teisele, need algavad dendriidis, liiguvad läbi rakukeha ja neuriidi teise närviraku dendriidini. Kahe närviraku jätked ei puutu omavahel kokku, nende vahel on pisut tühja ruumi. Erutuste edasikanne ühelt närvirakult teisele toimub sellesse tühja ruumi vabanevate eriliste keemiliselt aktiivsete ainete abil. Kui ühekandeainet on kogunenud piisav hulk, erutab see järgmist närvirakku ja vallandab elektrilise impulsi, mis mööda närvirakku väga kiiresti (kuni 100 m/s) edasi levib. **Seega liigub informatsioon mööda närve väga kiiresti ja täpselt**, st kindlasse kohta. Mitmed mürgid ja mõnuained pidurdavad närviimpulsside ühekandeid ja aeglustavad reageerimist keskkonnamuutustele.

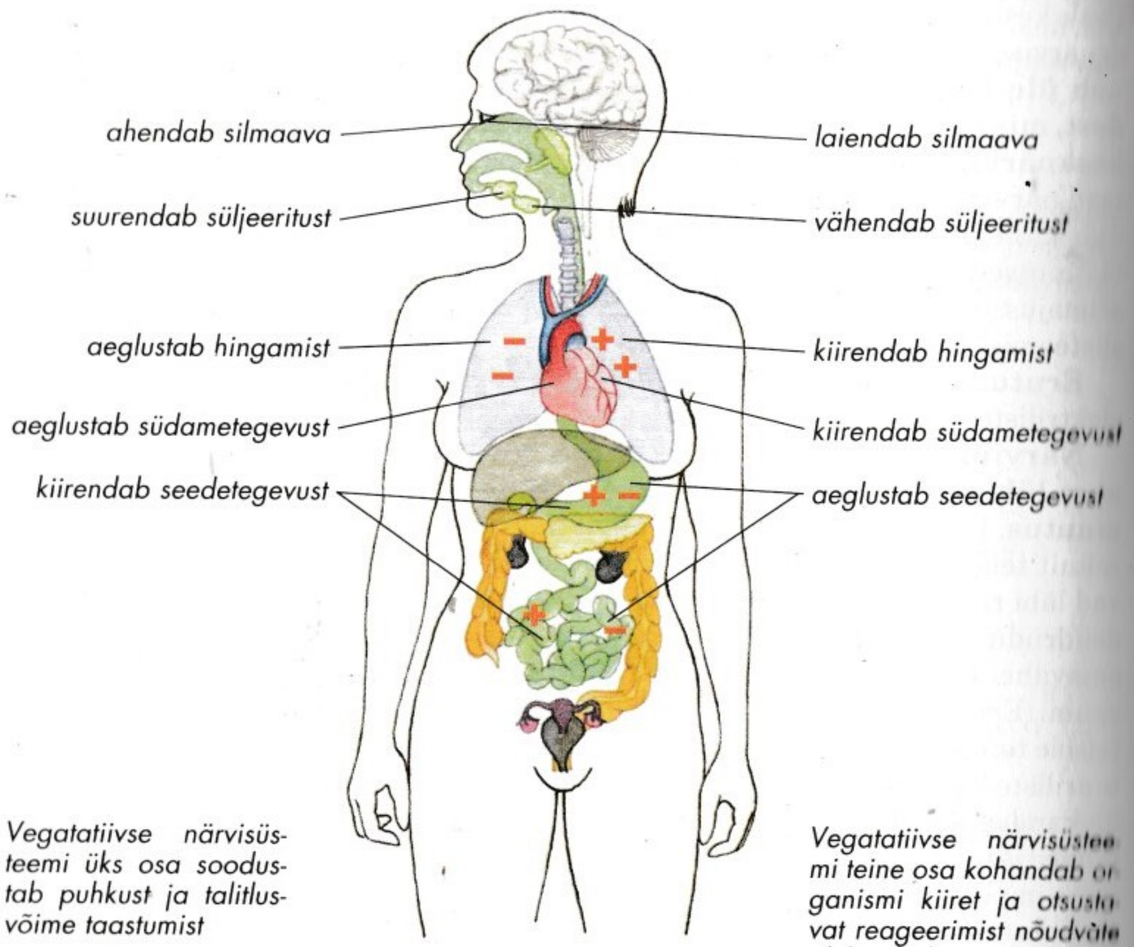


2.31. Erutus liigub mööda närvi
lihasele

Talitluslikult jaguneb piirdenärvisüsteem kaheks: kehaliseks ehk somaatiliseks ja vegetatiivseks. **Somaatilise närvisüsteemi moodustavad liikumis- ja meeleelundite närvid ja see korraldab suhtlust välismaailmaga.** Somaatiline närvisüsteem reguleerib seskätt meie tahtele alluvate skeletilihaste tööd ja juhib organismi tahtlikke liigutusi. Somaatilise närvisüsteemi tegevusest oleme teadlikud ja selle juhtimine toimub peaaju kõrgematest keskustest.

Vegetatiivne närvisüsteem juhib tahtele allumatut sisekundite, silelihaste ja mitmesuguste näärmete talitlust. See reguleerib näiteks organismi ainevahetuse ja paljunemisega seotud protsesse. Vegetatiivse närvisüsteemi talitlus toimub **automaatselt** ja seda tegevust me endale ei teadvusta. Vegetatiivses närvisüstee-

mis eristatakse kahte vastandliku toimega osa. Üks neist võimendab ja intensiivistab siseelundites toimuvaid protsesse, teine on aga vastupidise toimega, põhjustades rahunemist ja lõõgastumist.



Vegatatiivse närvisüsteemi üks osa soodustab puhkust ja talitlusvõime taastumist

Vegatatiivse närvisüsteemi teine osa kohandab organismi kiiret ja otsustavat reageerimist nõudvate olukordadega

2.32. Vegetatiivne närvisüsteem juhib organismis tahtele allumatuid talitlusi

Refleksid

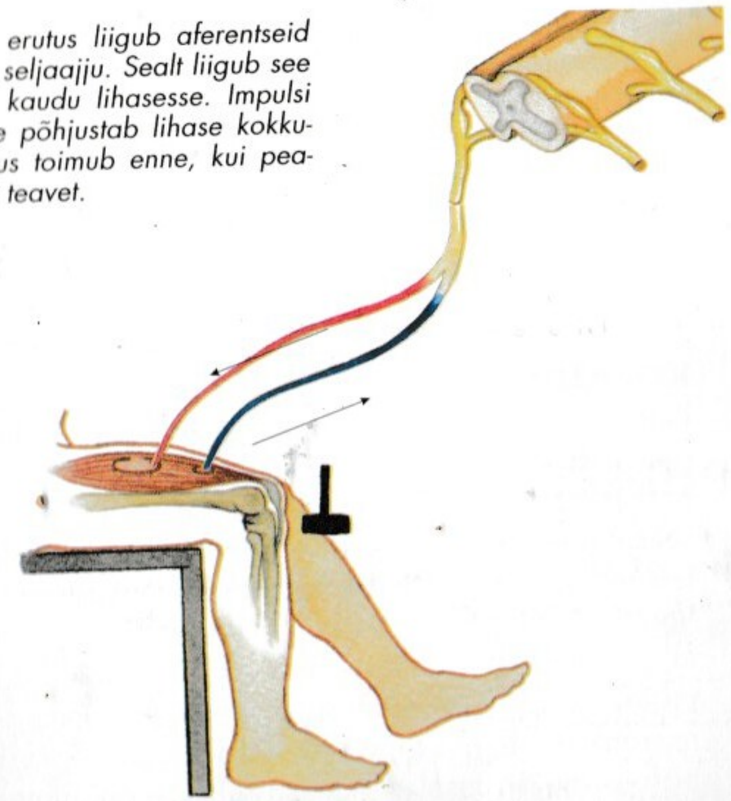
Närvisüsteemi talitluse põhiavaldused on refleksid. **Refleks on organismi kohanemisreaktsioon, mis on vastus väliskeskkonnast või organismist pärinevale ärritusele.**

Refleksid väljenduvad kas liigutustena või siseelundite talitluse muutusena. Üks osa reflekse on inimesel kaasasündinud ehk pärilikud, näiteks imemisrefleks või neelamisrefleks. **Pärilikud refleksid on tingimatud.** Teine osa refleksidest omandatakse elu jooksul, näiteks ohtudest põhjustatud valurefleksid, mitmesugused kätumisiseärasused ning liigutusvilumused. **Need järglastele ei päranda ja neid nimetatakse tingitud refleksideks**. Tingitud reflekside kujunemine inimesel algab pärast sündimist.

Refleks, kui organismi reageerimine vastuseks ärritusele, toimub kesknärvisüsteemi kaudu. Teed, mida mööda erutus kulgeb, nimetatakse **refleksikaareks. Refleksikaar koosneb: 1) erutust vastuvõtvatest (retseptoorsetest) närvirakkudest; 2) närvikiududest (aferentsed närvikiud), mis juhivad erutuse kesknärvisüsteemi; 3) kesknärvisüsteemi teatud piirkondadest, kus toimub erutuse analüüs; 4) närvikiududest (eferentsed närvikiud), mis juhivad erutuse kesknärvisüsteemist vastavasse organisse, ja 5) reageerivast organist.**

Refleksikaare ülesanne on erutuste vastuvõtt, nende analüüs ja vastuste suunamine elunditesse. Erutuste analüüs toimub pea- ja seljaajus asuvates refleksikeskustes.

Järgnevalt toome ühe refleksikaare näite. Kui inimene puudutab juhuslikult kuuma triikrauda, kanduvad naha närvirakkudes tekkinud impulsid piki aferentseid närvikiude seljaaju hallollusesse ja sealt edasi peaaju vastavatesse piirkondadesse. Peaajus saadud info tõlgendatakse ja võetakse vastu otsus, et käsi on vaja ohu ja vigastuste vältimiseks ära tõmmata. Vastav erutus saadetakse nüüd seljaajju, sealt liigub see piki eferentseid närvikiude käelihastesse ning käsi tõmmataksegi ära. Vaatamata sellisele pikale kirjeldusele toimub see kõik hetkeliselt ning võtab aega kõigest sekundi murdosa.



Tõugi põhjustatud erutus liigub aferentseid närvikiude mööda seljaajju. Sealt liigub see eferentse närvikiu kaudu lihasesse. Impulsi jõudmine lihasesse põhjustab lihase kokkutõmbe. Põlveliigutus toimub enne, kui peaaju saab ärritusest teavet.

2.33. Põlverefleks. Haamrikese löök põlvekedra alla põhjustab tahtest sõltumatu lihase kokkutõmbe.

Väga tugevate ärrituste ja ohtude ning kõige lihtsamate refleksi-de korral ringleb impulss ainult seljaajus ning inimene reageerib liigutusega (näiteks käsi tõmbub kohe tagasi) ilma peaajust edasta-tud korralduseta. Sellisel juhul on tegemist automaatse toimingu-ga. Hästi tuntud seljaajurefleksi näiteks on põlverefleks. Kui istuda üks jalg üle teise ja lüüa vabalt rippuva jala põlvekedra alla kõõlu-sele, sirutub põlveliiges ja jalg tõuseb inimese tahtest sõltumatult, enne kui tekib valutunne.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Kuidas edastatakse närviimpulsse?
2. Võrrelge aferentseid ja eferentseid närvikiude.
3. Mille poolest erinevad somaatiline ja vegetatiivne närvi-süsteem?
4. Millistest osadest koosneb refleksikaar?
5. Võrrelge tingimatuid ja tingitud reflekse.
6. Miks tõmmatakse käsi kohe tagasi, kui puudutatakse kuu-ma eset?
7. Selgitage, milles seisneb nii tingimatute kui ka tingitud ref-lekside bioloogiline tähtsus.
8. Tooge erinevaid näiteid inimese tingitud ja tingimatute ref-lekside kohta.

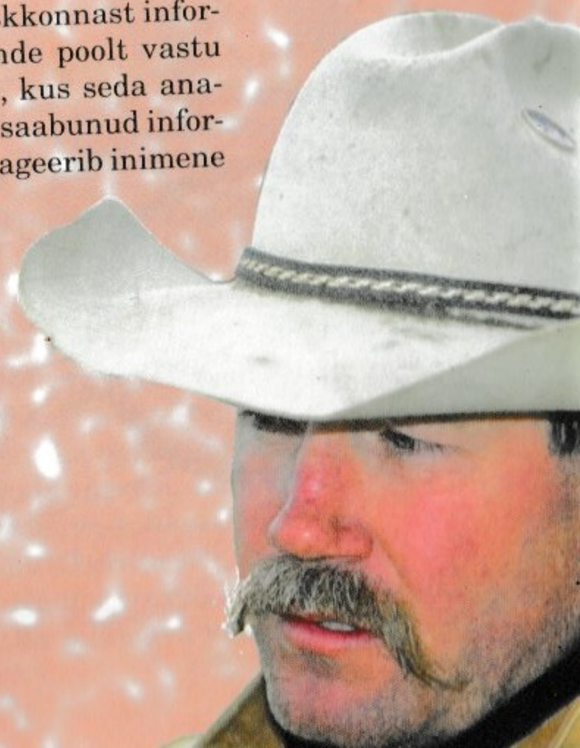
KOKKUVÕTE

Piirdenärvisüsteemi moodustavad närvid, mis ühendavad pea-aju ja seljaaju kõigi keha piirkondadega. Talitluslikult jagu-neb piirdenärvisüsteem kaheks: somaatiliseks ja vegetatiiv-seks. Somaatilise närvisüsteemi moodustavad liikumis- ja mee-leelundite närvid ja see korraldab suhtlust välismaailmaga. Vegetatiivne närvisüsteem juhib tahtele allumatut siseelundi-te, silelihaste ja mitmesuguste näärmete talitlust. Närvisüstee-mi talitlus rajaneb refleksidel. Refleks on organismi kohane-misreaktsioon, mis on vastus väliskeskkonnast või organismist pärinevale ärritusele. Üks osa reflekse on inimesel kaasasün-dinud ehk pärilikud, need on tingimatud refleksid. Teine osa refleksidest omandatakse elu jooksul. Sellised refleksid järg-lastele ei pärandu ja neid nimetatakse tingitud refleksideks.

3. Inimese meeleelundid

Selleks, et tajuda ümbruskonda, võtta vastu otsuseid ja säilitada kontakti keskkonnaga, on meeleelundid. Inime-ne võtab keskkonnast vastu informatsiooni nägemise, kuul-mise, haistmise, maitsmise, kompimise ja lihastunnetuse abil. Tegi siis, kui mingi meeleelund inimesel ei talitle, suudab organism toime tulla, sest ülejäänud meeleelundid kompenseerivad selle puudujäägi Näiteks pimedatel on hästi arenenud kuulmine, kompimine ja haistmine. Kurti-del on teravnenud jällegi nägemine.

Meeleelunditel on spetsiaalsed väliskeskkonnast infor-matsiooni vastu võtvad tunderakud. Nende poolt vastu võetud ärritus liigub närve mööda ajusse, kus seda ana-lüüsitakse ja tõlgendatakse. Pärast ajusse saabunud infor-matsiooni analüüsimist ja tõlgendamist reageerib inimene vastavalt saadud ärritustele.

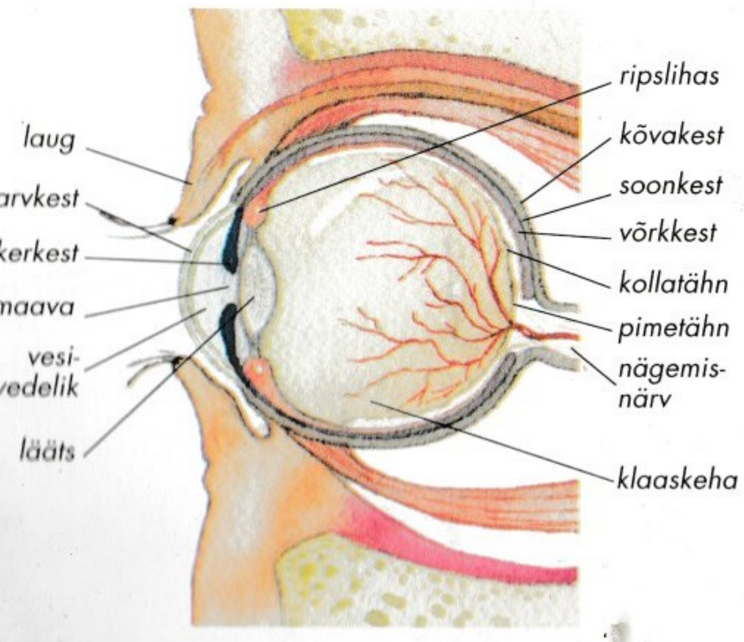


3.1. Silm on nägemiselund

Silm on meeleelund, mille abil saame kujutise meid ümbritsevast maailmast. Nägemine on inimesele väga tähtis, sest silmade abil saame ligikaudu 90% meeltega vastu võetavast informatsioonist. Mingi eseme vaatamine mõlema silmaga üheaegselt annab sellest ruumilise kujutise. Samuti võimaldab see täpselt hinnata vahemaid ja kaugusi.

Kuna inimese silmad on kõige tähtsamad meeleelundid, on nad eriti hästi kaitstud. Inimese silmad asuvad luudest moodustunud silmakoobastes, mis neid külgedelt ja tagant kaitsevad. Eest kaitsevad silmamuna **silmalaud** ja **ripsmed**. Ripsmed kasvavad laugude servas mitmes reas, takistades tolmu ja teiste väikeste võõrosakeste silma sattumist. Silmade kaitsesüsteemi kuulub veel silmamuna niisutav **pisaravedelik**. Pisaravedelikku eritub kogu aeg ja see hoiab silmamuna niiskena, vähendab hõõrdumist, takistab mikroobide arengut, uhub silma pinnalt ära väiksemad tolmuosakesed ning parandab silma optilisi omadusi. Pisaravedelikku toodavad pisaranäärmed, ööpäevas moodustub seda 2–3 milliliitrit. Üleliigne pisaravedelik eritub pidevalt ärajuhteteede kaudu ninaõõnde. Kui pisaravedelikku tekib palju, ei jõua see tavalist teed pidi ära voolata ning eralduvad pisarad, näiteks nutmisel.

Silmi hoiavad paigal või liigutavad välised **silmalihased**. Need lihased kindlustavad ka silmade kooskõlastatud ja sujuva liikumise mingi eseme vaatlemisel ning pilgu pööramisel. Väliste silmalihaste väär asend põhjustab kõõrdsilmsust.



Silma siseehitus

Silma siseehitus

Silmamuna on kerajas moodustis, mis on kaetud mitme kestaga. Täiskasvanud inimese silmamuna kaalub umbes 7 grammi ja selle läbimõõt on ligikaudu 2,5 cm. Silma ees- ja tagaosa ehitus on erinev.

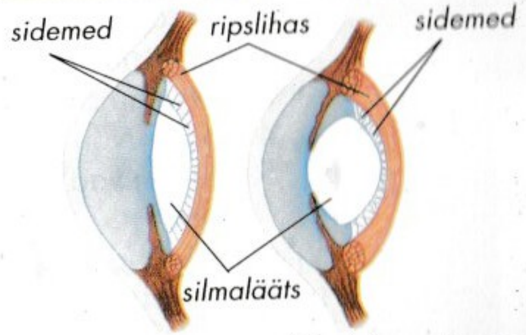
Eestpoolt katab ja kaitseb silmamuna läbipaistev **sarvkest**. Valguskiired tungivad sellest läbi. Kumer sarvkest suunab valguskiired järgmistele silmaosadele. Silma sisse jõudmiseks peavad valguskiired läbima vikerkesta **silmaava** ehk pupilli. Sõltuvalt valguse tugevusest muutub silmaava suurus, mis reguleerib silma langeva valguse hulka. Hämaras on silmaava suurem, eredas valguses aga väiksem. Silmaava suuruse muutumine ei toimu hetkeliselt, selleks kulub teatud aeg. Seetõttu vajavad silmad kohanemisaega, kui valgustingimused järsult muutuvad, näiteks valgest hämarasse või hämarast valgesse minekul.

Silmaava ümbritsev **vikerkest** ehk iiris sisaldab pigmenti, millest sõltub silmade värvus. Lõunapoolsetes maades elavad inimesed on tavaliselt tumedasilmsed. Neil moodustub organismis pigmenti rohkem ja see kaitseb silmi ereda päikesevalguse eest. Põhjamaade elanike silmad on päikesekiirguse suhtes tundlikumad, sest nende vikerkestades on pigmenti vähem. Silmaava läbinud valguskiired tungevad silmaava taga paiknevale **silmaläätsele**, mis oma kujult ja funktsioonilt sarnaneb luubiga. Läätse ümbritseb ripslihas, mis muudab läätse kuju ning hoiab seda ka paigal. Läätse kuju muutub sõltuvalt sellest, kui kaugele vaadatakse. Ripslihase kokkutõmbumine ja lõtvumine muudab läätse kas kumeramaks või lamedamaks. Läätse kuju muutumine võimaldab meil normaalse nägemise korral näha ühtviisi selgelt nii lähedal kui ka väga kaugel asetsevaid asju.

Kaugele vaatamisel on ripslihas lõtv, lihast ja läätse ühendavad sidemed aga pingul ja tõmbavad läätse lamedaks. Lähedale vaadates tõmbub ripslihas kokku, sidemed lõdvenevad ning lääts kumerdub.

Kaugele vaatamisel on ripslihas lõtv, läätse ja lihast ühendavad sidemed pingul ning lääts lame.

Lähedale vaatamisel on ripslihas kokku tõmbunu sidemed lõdvad ning lääts kumer.



3.2. Silmaläätse kuju muutumine lähedale ja kaugele vaatamisel

Silma sisemus on täidetud läbipaistva vedelikuga. Silma eesosas on see vedelam, silma tagaosas aga sültjam, moodustades **klaaskeha**. Lääts koondab ja suunab valguskiired läbi klaaskeha **võrkkestale**, mis katab silma tagaosa seestpoolt. Läätse läbinud valguskiired tekitavad võrkkestale objektist ümberpööratud ja vähendatud kujutise. Võrkkestal on täita äärmiselt oluline ülesanne, sest just võrkkestas on valgustundlikud rakud – kolvikesed ja kepikesed –, mis võtavad vastu valgusärritusi. Kokku on silma võrkkestal umbes 150 miljonit kepikest ning 7 miljonit kolvikest. **Kepikesed** eristavad musta valgest (ka objektide heledust ja tumedust), **kolvikesed** võimaldavad tajuda värvusi. Kolvikesi on kõige rohkem võrkkesta keskosas, äärealadel on rohkem kepikesi. Võrkkestal pupilli vastas on koht, kus on ainult kolvikesed. See võrkkesta osa on **kollatähn**. Kollatähnis on nägemisteravus kõige suurem. Seepärast näeme kõige teravamalt otse silmaava vastas asuvaid objekte.

Kepikesed on tundlikumad kui kolvikesed. Kolvikesed vajavad ärrituse vastuvõtuks rohkem valgust, mistõttu inimene hämaras värvusi hästi ei erista.

Nägemise aluseks on valgustundlikes rakkudes toimuvad keemilised muutused, mis põhjustavad elektrilisi impulsse. Impulsid kanduvad valgustundlikest rakkudest närvikiududesse ja koonduvad **nägemisnärvi**. Viimane juhib impulsid edasi peaaju **nägemispiirkonda**. Kohta, kus nägemisnärv seostub silma võrkkestaga, nimetatakse **pimetähniks**. Pimetähni piirkonnas võrkkestal valgustundlikke rakke ei ole ja nii on see nimetus igati õigustatud.

Silma tagaosa ehitus on tunduvalt lihtsam. Silmamuna tagumist osa katab väljast **kõvakest**, mille eespoolne, nähtav osa on silmavalge. Kõvakesta all paikneb **soonkest**. Nagu nimetusestki näha, sisaldab soonkest rikkalikult veresooni. Soonkest varustab silma rakke hapniku ja toitainetega ning osaleb silma temperatuuri reguleerimises. Seestpoolt katab silma tagaosa **võrkkest**, millest oli juttu juba eespool.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED.

1. Kuidas kaitseb pisaravedelik silmi?
2. Mil viisil reguleerib silm temasse langeva valguse hulka?
3. Võrrelge silma eesosa ja tagaosa ehitust.
4. Mis on võrkkest?
5. Kus asuvad kolvikesed ja kepikesed, mis on nende ülesanne?
6. Milleks on vajalik ripslihas?
7. Mis on pimetähn ja kollatähn?

KOKKUVÕTE

Silmad on nägemiselundid, mille abil saame ligikaudu 90% väliskeskkonnast vastu võetavast informatsioonist. Inimese silmad asuvad kaitstult luudest moodustunud silmakoobastes. Silmade kaitsesüsteemi kuuluvad veel silmalaud, ripsmed ja pisaravedelik. Silmamuna koosneb erinevatest kestadest. Silma jõudmiseks peavad valguskiired läbima vikerkestas asuva silmaava ehk pupilli. Silmaavast liiguvad valguskiired läbi silmaläätse ja klaaskeha ning koonduvad võrkkestale. Võrkkestal tekib vaadeldavast objektist ümberpööratud ja vähendatud kujutis. Võrkkestas on valgustundlikud rakud – kolvikesed ja kepikesed –, mis võtavad vastu valgusärritusi. Kolvikesed tagavad värvilise, kepikesed aga must-valge nägemise.

3.2. Kuidas me näeme?

Inimesel on kaks silma ja tavaliselt vaatleme esemeid korraga mõlema silmaga. Kahe silmaga vaadates näeb inimene ruumiliselt. Inimese eellastel, kes elasid ja liikusid puudel, oli ruumiline nägemine äärmiselt tähtis. See võimaldas õigesti hinnata esemete suurust ja vahekaugusi. Need inimesed, kes näevad ainult ühe silmaga, eksivad esemetevahelise kauguse määramisel (komistavad trepiastmetel) ja hindavad valesti ka esemete asukohta ruumis (panevad suhkru kohvitassist mööda).

Nägemine on võime tajuda valgust, värvust, esemete kuju, mõõtmeid ja asukohta. Kõige selgemini näeme siis, kui vaatleme otse meie ees asuvaid esemeid. Külgedel paiknevate esemete piirjooned on ähmased ja ka värvused ei eristu kõige selgemalt.

Esemelt peegelduvad valguskiired läbivad sarvkesta, silmaava, läätse ja klaaskeha ning koonduvad võrkkestale. Valguse mõjul tekivad silma võrkkesta rakkudes keemilised muutused, mis põhjustavad närviimpulsside tekke. Mööda nägemisnärvi kandub närvierutus peaaju nägemispiirkonda ja selle tulemusena tekib inimesel nägemisaisting.

Kuigi silma võrkkestal moodustub eseme vähendatud ja ümberpööratud kujutis, ei näe me asju ümberpööratuna. Põhjus on selles, et ajus töödeldakse saadud informatsiooni ning kogemuste tõttu tajume asju õigetpidi. Samuti aitab aju mõista kujutisi, mida me näeme.

Nägemishäired

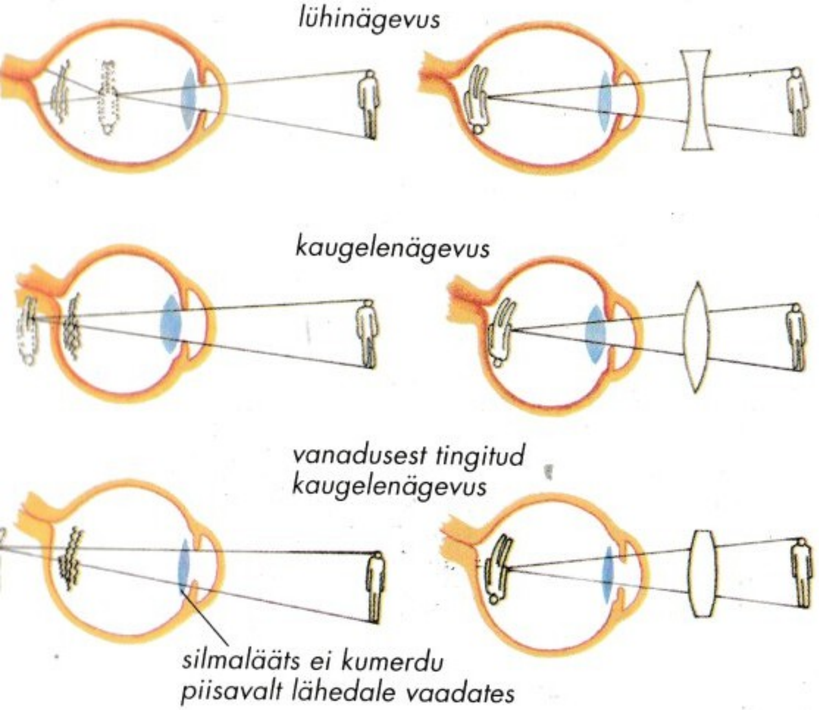
Sagedasemad nägemishäired on kaugelenägevus ja lühinägevus. **Kaugelenägevuse** korral näeb silm kaugele hästi, kuid lähedal asuvad objektid on ebaselged – hägused ja laiali valgunud. Kaugelenägevatel inimestel on silmalääts kas liiga lame või on silmamuna normaalsest lühem, mistõttu lähedale vaadates tekib esemete kujutis võrkkesta taha. Kaugelenägevus on tihedalt seotud inimese vanusega.

Peaagu kõik lapsed sünnivad kaugelenägevatena, sest nende silmamunad on normaalsest lühemad. Koos lapse kasvamisega pikeneb ka silmamuna ja kaugelenägevus läheb üle normaalseks nägemiseks.

Tavaliselt tekib inimestel pärast 40.–50. eluaastat vanadusest tingitud kaugelenägevus. Selle põhjuseks on silmaläätse elastsuse vähenemine, mistõttu lähedale vaatamisel silmalääts ei kumerdu enam piisavalt, st jääb liiga lamedaks. Inimene hakkab lugedes teksti üha kaugemale nihutama, et seda selgelt näha.

Kui 20-aastane inimene näeb ka 10 cm kauguselt teksti teravalt, siis 40-aastasel on minimaalne nägemiskaugus 17 cm ja 50-aastasel 44 cm (keskmised andmed).

Kaugelenägevad inimesed peavad nägemise parandamiseks kandma **kumerate** ehk **plussklaasidega** prille. Need suurendavad valguskiirte murdumist, nii et kujutis tekib silma võrkkestale.



3. Nägemishäired ja nägemise parandamine prillidega

Lühinägevuse korral näeb silm lähedale hästi, kuid kaugel asuvad esemed paistavad ähmastena. Lühinägevust põhjustab kas liiga kumer silma sarvkest või silmalääts või on silmamuna liiga pikergune. Sellise silmaehituse korral murduvad valguskiired silmas liiga tugevalt ja **kujutis moodustub võrkkesta ette**. Võrkkestale satuvad juba osaliselt hajunud valguskiired.

Lühinägevus tekib sageli lapseeas ning süveneb kiiresti just koolieelioodil. Tavaliselt pärast 30.–40. eluaastat lühinägevus enam ei suurene. Lühinägelikel tuleb nägemise parandamiseks kanda **nõgusate** ehk **miinusklaasidega** prille. Need klaasid murravad (hajutavad) silma sattuvaid valguskiiri, nii et kujutis tekib võrkkestale.

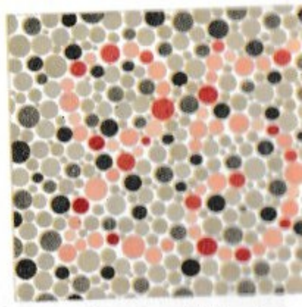
Tänapäeval kasutatakse prillide asemel ka kontaktläätsi. Need on õhukesed läbipaistvad plastmassist läätsed, mis asetatakse silmamuna pinnale. Pisaravedelik imbub kontaktläätse ja silma sarvkesta vahele ning moodustub ühtne optiline süsteem.

Värviline nägemine

Meie silmad ei taju mitte ainult valgust, vaid **eristavad ka värvusi**. Värviliselt aitavad näha võrkkesta kolvikesed, mis on tundlikud erineva värvuse suhtes.

Kolvikesi on kolme sorti, iga põhivärvuse – punase, rohelise ja sinise – jaoks. Kuna kõik ülejäänud värvid ja värvitoonid kujunevad nende kolme põhivärvuse segunemisel erinevates vahekordades, siis piisab ka nende värvuste eristamiseks põhivärvuste kolvikestest. Igapäevaelust on teada, et erineva värvusega maalrivärvide segamisel saadakse uusi toone. Silmas toimub see teisiti: uued värvused ja toonid tekivad siis, kui silma võrkkesta samale kohale langeb erinevate lainepikkustega valgus.

On ka selliseid inimesi, kes ei suuda mõningaid värvusi, tavaliselt rohelist ja punast, eristada. Need on värvipimedad ehk daltoonikud. Värvipimedus on üldjuhul pärilik ja esineb rohkem meestel kui naistel. Kaasasündinud värvipimedus pole kahjuks ravitav. Inimese värvilist nägemist (värvitaju) uuritakse spetsiaalsete värvustabelite abil. Nendes on eri värvi ringid paigutatud nii, et need moodustavad kujutisi, mida normaalse nägemisega inimesed eristavad, värvipimedad aga mitte. Värvipimedad inimesed ei tohi töötada mitmetel erialadel, näiteks autojuhtidena.



3.4. Värvitundlikkust uu se värvitabelitega. Vä me inimene ei näe jo rohelisel taustal oleva nast kujutist.

Hästi saab värve eristada vaid heas valguses, sest kolvikeste talitlemiseks on vaja küllaltki tugevat valgust. Hämaras on värvide eristamine juba raskendatud, mistõttu kõik esemed näivad ühtviisi hallidena. Siit tuleneb ka ütlus „hämaras on kõik kassid hallid". Et kepikesed on tundlikumad, siis nõrgas valguses näeme siiski must-valgelt.

Videvikus kaob kõigepealt punase, seejärel rohelise, sinise ja kõige lõpuks kollase värvi eristamise võime. Mõned inimesed on valges normaalse nägemisega, kuid hämaras näevad väga halvasti, sellist nägemishäiret kutsutakse kanapimeduseks. Kanapimeduse põhjuseks on vitamiini A vaegusest põhjustatud nägemispigmendi vähesus silma võrkkesta rakkudes.

Silmi tuleb hoida

Kuna silmad vahendavad meile põhiosa keskkonnast tulevast informatsioonist, tuleb silmi kaitsta kahjulike mõjude eest.

Sobiv lugemis- ja kirjutamiskaugus on 30–35 cm, lähemalt vaadates suureneb silmaläätse kumerus ja võib tekkida lühinägevus. Töökoht peab olema hästi valgustatud ning valgus langema vasakult poolt, siis ei lange parema käe vari tööle. Parim valgus silmadele on loomulik päevavalgus. Kui töötatakse kunstliku valgustuse tingimustes, on soovitatav kasutada kohtvalgustit. Silmad peavad olema otsese

valguse eest varjatud, kuid töökoha valgustus olgu ühtlane ja hele. Parema valgustatuse annab matt elektripirn. Liiga ere valgus ärritab ja isegi kahjustab võrkkesta valgustundlikke rakke.

Nägemist kahjustab ka bussis või rongis lugemine. Pideva rappumise tõttu muutub loetava teksti asend ja silmaläätse kumerus kogu aeg kas väheneb või suureneb. Silmad pöörduvad pidevalt paremale-vasakule, üles-alla. See põhjustab ripslihase nõrgenemist ja nägemishäireid. Tänapäeval mõjutab õpilaste silmade tervist üha rohkem ka arvutiga töötamine. Oluline on, et kujutis arvutiekraanil ei väreleks ega oleks liiga kontrastne. Väga tähtis on silmade töö ja puhkuse vaheldumine. Iga 45 minuti järel peaksid silmad arvutiekraani jälgimisest veerand tundi puhkama. Pidevatel arvutikasutajatel on täheldatud häireid pisaravedeliku moodustumises. Põhjus on selles, et arvutiga töötav inimene pilgutab tunduvalt vähem silmi kui tavaliselt, mistõttu häirub pisaravedeliku laialiuhtumine silmamunal.

Silmade talitlust mõjutab ka toit. See peab sisaldama vitamiine, eriti oluline on vitamiin A, millest organism sünteesib nägemiseks vajalikke ühendeid. Normaalseks nägemiseks on vajalikud ka B-rühma vitamiinid ja vitamiin C.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED.

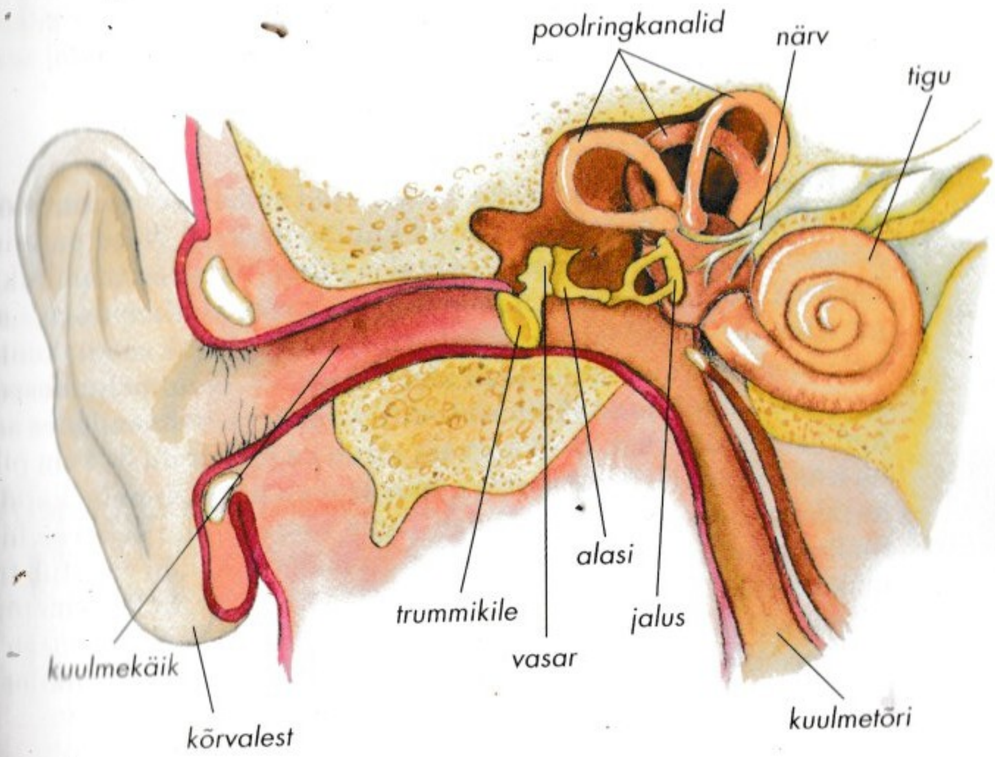
1. Miks on ruumiline nägemine oluline?
2. Võrrelge lühi- ja kaugelenägevust.
3. Kirjeldage valguskiirte käiku silmas.
4. Mis põhjustel võib kujuneda lühinägevus?
5. Mis on värvipimedus?
6. Kuidas võib toitumine mõjutada nägemist?

KOKKUVÕTE

Inimene vaatab tavaliselt kahe silmaga, seetõttu ta näeb ruumiliselt. Normaalse nägemise korral tajutakse õigesti valgust, värvust, esemete kuju, mõõtmeid ja asukohta. Sagedasemad nägemishäired on kaugelenägevus ja lühinägevus. Kaugelenägevuse korral näeb silm kaugele hästi, kuid lähedal asuvaid esemeid hägusena, sest lähedale vaadates tekib kujutis võrkkesta taha. Kaugelenägevail inimestel tuleb nägemise parandamiseks kanda kumerate ehk plussklaasidega prille. Lühinägevuse korral näeb silm lähedale hästi, kuid kaugel asuvad esemed näivad ähmastena. Lühinägevuse korral murduvad valguskiired silmas liiga tugevalt ja kujutis moodustub võrkkesta ette. Lühinägelikel tuleb nägemise parandamiseks kanda nõgusate ehk miinusklaasidega prille. Nägemishäireks on ka värvipimedus. Värvipimedad ei suuda tavaliselt eristada rohelist ega punast värvi.

3.3. Kõrv on kuulmis- ja tasakaaluelund

Inimesel on kõrvad nii kuulmis- kui ka tasakaaluelunditeks. Inimesel on kaks kõrva, mis koosnevad kolmest osast: välis-, kesk- ja sisekõrvast. Kesk- ja sisekõrv asuvad hästi kaitstult kolju sees, silmadest all- ja tagapool.



3.5. Kõrva ehitus

Väliskõrva moodustavad kõhrest ja nahast koosnev **kõrvalest** ning väline kuulmekäik. **Kõrvalest** püüab helilaineid ja koondab need kuulmekäiku.

Inimese kõrvalesta lihased on evolutsiooni käigus taandarenenud ja seetõttu ei saa inimene oma kõrvalesti heliallika suunas pöörata. Kui keegi räägib kõrvade liigutamisest, siis mõeldakse hoopis kõrvalestade liikumist koos peanahaga.

Väline kuulmekäik on veidi kõver, umbes 2,5 cm pikkune toru, mis lõpeb õhukese pingul nahaga ehk **trummikilega** (pindala täiskasvanul umbes 1 cm^2). Trummikile kaitseb keskkõrva külma ja mikroobide eest, olles vaheseinaks kuulmekäigu ja keskkõrva trum-

miööne vahel. Helid jõuavad kuulmekäiku pidi trummikilele ja panevad selle võnkuma. Trummikilelt levivad helilained edasi kesk kõrva.

Välises kuulmekäigus on kõrvavaigunäärmed, mis eritavad kõrvavaiku. Kõrvavaik takistab mikroobide ja tolmu sattumist kõrva sisemistesse osadesse. Näärmerakkude liigtalitluse korral kuhjub vaik kuulmekäiku ja ummistab selle, eriti kui kuulmekäik on liiga kitsas. Tekkinud vaigukork takistab helide levikut ja kuulmine nõrgeneb. Ka vee sattumisel kuulmekäiku võib kuulmine halveneda; sest vee mõjul kõrvavaik paisub.

Keskkõrva moodustab õhuga täidetud väike õõs – **trummiõõs**, milles on kolm üksteisega seotud kuulmeluukest. Need on inimese kõige väiksemad luud **vasar, alasi** ja **jalus.** Vasar on trummikilega kokku kasvanud ning on ühendatud keskmise kuulmeluuga – alasiga. Alasi on seotud jalusega. Jalus toetub ovaal- ehk esikuakent katvale membraanile, mille taga algab sisekõrv. Kuulmeluukesed annavad trummikile võnkumised edasi sisekõrva, võimendades samal ajal nende tugevust. Keskkõrvast algab ka ligikaudu 3–4 cm pikkune kitsas kanal – **kuulmetõri**, mis avaneb neelu ja mille kaudu on keskkõrv ühenduses välisõhuga. Juba vastsündinu esimese hingetõmbega satub õhk trummiõõnde. Kuulmetõrve kaudu vahetub trummiõõne õhk ja selle rõhk ühtlustub välisõhu rõhuga. Kuulmetõri on tavaliselt suletud ja avaneb vaid neelamise ajal. Siis pääseb õhk ninaneelust trummiõõnde ja õhurõhk mõlemal pool trummikilet (välliskeskkonnas ja keskkõrvas) võrdsustubki.

Eelnevast selgub, miks tugevate helide korral, näiteks plahvatuste ajal, tuleb suu lahti hoida. Välisõhu rõhu kiirest muutusest tingitud survet trummikilele tajub osa inimesi ka lennuki õhkutõusmisel ja maandumisel, kui salongis valitseva ülerõhu tõttu tekib tunne, nagu läheksid kõrvad lukku. Selle vältimiseks soovitatakse kas sageli neelatada või komme lutsida.

Sisekõrv paikneb kolju sees ning koosneb kahest eraldi osast, neil mõlemal on oma ülesanne. Üks sisekõrva osa kindlustab kuulmise, teine aga tasakaalutunnetuse. Sisekõrv kujutab endast õõnte ja looklevate kanalite süsteemi, milles saab eristada **tigu, mõiku ja kotikest** ning **kolme poolringkanalit**. Erinevalt välis- ja keskkõrvast sisekõrvas õhku ei ole.

Sisekõrva kuulmiselundiks on tigu – teokujuline luustunud spiraal. Selles on vedelikuga täidetud kanalid, mis on üksteisest membraanidega eraldatud. Alumisel membraanil on arvukalt mikroskoopiliste kiukestega kuulmerakke (ligikaudu 24 000).

Kuulmisrakkude kiud on erineva pikkusega. Teo tipuosas on need pikemad, teo algusosas aga ligikaudu kümme korda lühemad. Trummikilelt kuulmeluukeste (vasara, alasi ja jaluse) kaudu ovaalaknasse kandunud helivõnked suunduvad edasi teo sisemuses olevasse vedelikule. Vedeliku võnked panevad membraanid võnkuma, see omakorda ärritab kuulmisrakkude kiudusid. Nii muutuvad helivõnked närviimpulssideks. Kõrvas on nagu omalaadne mikrofon, mis muudab mehaanilise võnkumise elektriimpulssideks. Piki kuulmisnärve antakse moodustunud impulsid peaaju kuulmiskeskusesse. Seal toimub närviimpulsside eristamine ja mõtestamine mitmesuguseks heliaistinguteks.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on trummikile ja miks on see vajalik?
2. Võrrelge kesk- ja sisekõrva ehitust.
3. Mis on kuulmetõri?
4. Kuidas toimub õhurõhu reguleerimine välis- ja keskkõrva vahel?
5. Kirjeldage, kuidas levib heli läbi välis- ja keskkõrva sisekõrva.
6. Kuidas ja kus toimub mehhaanilise võnkumise muutumine närviimpulssideks?
7. Miks peab pidevalt kõrvavaiku erituma?

KOKKUVÕTE

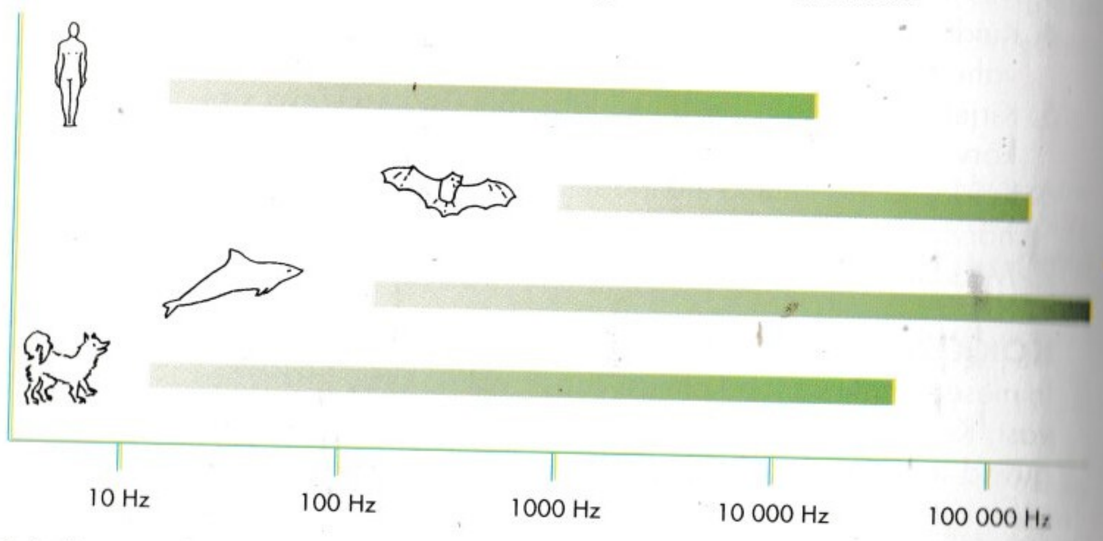
Inimese kõrv koosneb kolmest osast: välis-, kesk- ja sisekõrvast. Kesk- ja sisekõrv asuvad hästi kaitstult koljus. Helid liiguvad mööda välist kuulmekäiku trummikilele, mis hakkab võnkuma. Sealt kanduvad helivõnked edasi keskkõrva. Keskkõrvas on kolm kuulmeluukest, mis võimendavad helivõnkeid ja edastavad need sisekõrva. Sisekõrv koosneb kahest eraldi osast. Üks osa (tigu) kindlustab heliaistingu, teine aga tasakaalutunnetuse. Kõrvu kaitsevad kõrvavaik ja kuulmetõri. Kõrvavaik takistab mikroobide ja tolmu sattumist kõrva sisemistesse osadesse, kuulmetõri tasakaalustab õhurõhku mõlemal pool trummikilet.

3.4. Kuulmine ja tasakaal

Kuna inimesed suhtlevad peamiselt kõneldes, on kuulmine väga tähtis. **Kuulmine on võime kuulmiselundite abil tajuda ja eristada helisid**. Kuulmine võimaldab teha kindlaks heliallika asukoha, hinnata helide tugevust ja neis peituvat informatsiooni. Inimene kuuleb kahe kõrvaga, seepärast suudab ta määrata, kust ja kui kaugelt heli tuleb. Kui inimene kuuleb ainult ühe kõrvaga, siis ta seda ei suuda. Inimene võib helisid kuulda põhimõtteliselt kahel viisil. Helid kanduvad sisekõrva kas mööda kuulmekäiku, st läbi õhu, või otse koljuluude kaudu.

Koljuluude kaudu kuulmist nimetatakse luukuulmiseks ja see on tähtis siis, kui kuulmekäigus on helide levik takistatud, näiteks kõrvapõletiku korral.

Et üleüldse kuulda, peavad helid jõudma sisekõrva kuulmiselundile. Helilaineid juhivad kõrvalest, kuulmekäik, trummikile, kuulmeluukesed ning teos olev vedelik. Normaalse kuulmisega inimene eristab helisid, mille sagedus on 20–20 000 võnget sekundis (20–20 000 hertsi). Madalam sagedus tekitab sügavaid, s.o bassihelisid, kõrgema sageduse korral moodustuvad kõrged helid. Meie kõrv on kõige tundlikum 1000–3000-hertsise sagedusega helide suhtes, sest sellise sagedusega on ka inimese kõne.

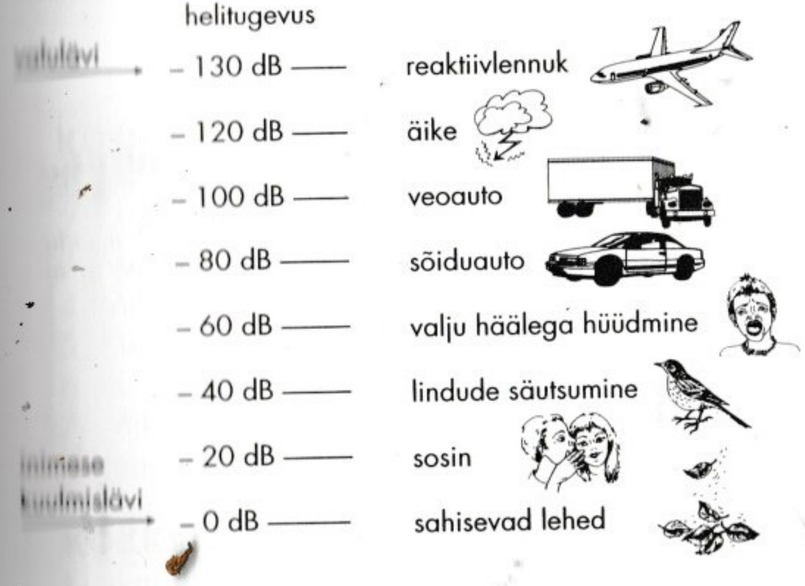


3.6. Erinevate loomade kuulmine (helisagedus hertsides Hz)

Paljud loomad on teravama kuulmisega kui inimene, näiteks koer kuuleb 35 000, rott 90 000 ja delfiin 100 000 Hz sagedusega helisid.

Inimese vananedes kuulmise ulatus väheneb. Probleeme tekib just kõrgema sagedusega helide korral. Vananemisega kaasneb ka kuulmise üldine nõrgenemine. Halva kuulmise parandamiseks kasutatakse kuulmisaparaate. Kuulmisaparaadid võimendavad helisid ja suunavad need sisekõrva. Kuulmise täielikku puudumist nimetatakse **kurtuseks**. Kurt inimene ei kuule isegi väga valju kõnet, ta ei kuule üldse. Kuulmishäireid võivad põhjustada vigastused, erinevad viirus- ja bakterhaigused, tugev müra ning isegi mõned ravimid.

Heli tugevust mõõdetakse detsibellides (dB). Väga tugevad helid (120–130 dB) põhjustavad kõrvades valu ja nende tekitatud surve võib purustada ka trummikile. Kui tugevad helid (kõva müra) kestavad pikka aega, võngub trummikile kaua liiga suures ulatuses, mistõttu trummikile muutub vähem elastseks ja kuulmine nõrgeneb. Püsiva ja tugeva heliärrituse tagajärjel kõrv väsib. Väga tugev (alates 85 detsibellist) heli kahjustab pikema aja jooksul ka kuulmisrakke ja inimene ei kuule enam hästi. Seetõttu on tööstuses oluline vähendada müra, pidevas müras töötavad inimesed peavad aga kõrvu kaitsma kõrvaklappidega.



3.7. Erineva tugevusega helid

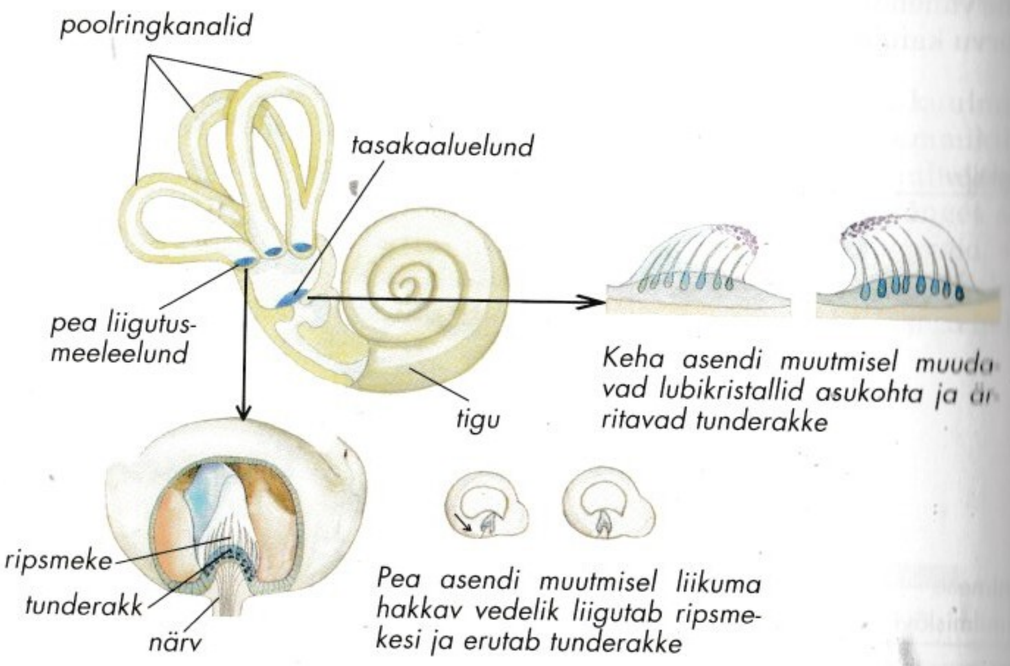
Helilainete minimaalne energia, mis tekitab kuulmis- aistingu, on **kuulmislävi**.

Sisekõrv aitab tasakaalu hoida

Lisaks kuulmisele osaleb sisekõrv ka tasakaalu hoidmises. Tasakaal võimaldab inimesel keha püsti hoida ja liikuda. Inimene säilitab tasakaalu silmade, tasakaaluelundi ja keha organites leiduvate raskusjõule reageerivate närvirakkude kogumike abil. **Sisekõrvas**

paiknevad poolringkanalid, mis koos mõigu ja kotikesega moodustavad tasakaaluelundi.

Mõik ja **kotike** on poolringkanalitega seotud kotikujulised moodustised, mille seintes on karvakestega meelerakud. Kotikestes on sültjas aine ja kristallid, mis liiguvad vastavalt pea liikumisele. Keha tavalises asendis ärritavad kristallid oma survega kindlaid meelerakkude karvakesi. Seetõttu tajume oma keha asendit ka siis, kui me end ei liiguta. Pea liigutamisel paiknevad kristallid ümber ning ärritavad teisi närvirakke. Need annavad peaajule informatsiooni pea uuest asendist. **Poolringkanalid,** milles on vedelik, asuvad kolmel tasapinnal, üksteise suhtes täisnurga all. Sellise kanalite paigutuse korral pole tähtis, mis suunas pead liigutatakse, vedelik hakkab liikuma igal juhul. Keha asendi muutumisel ärritab liikuv vedelik vastavaid kanalite meelerakke, mis saadavad närviimpulsid peaaju tasakaalupiirkonda. Peaaju analüüsib neid, nii et inimene tunnetab oma pea asendit ja liikumist.

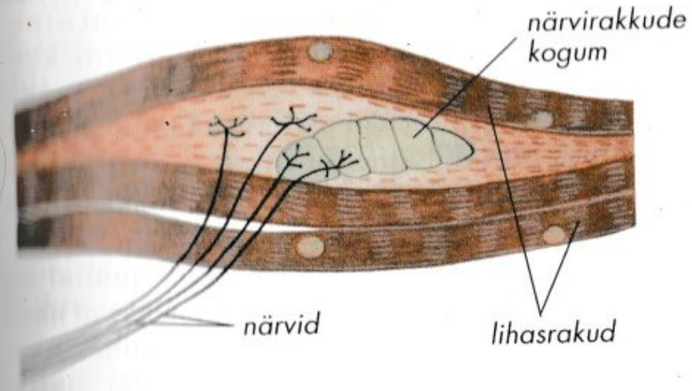


3.8. Tasakaaluelund sisekõrvas

Pöörlemisel, kiikumisel või pideval õõtsumisel tekib vahelduv erutus ka nendes närvirakkudes, mis tavaliselt ei erutu, ja inimese enesetunne halveneb, tekib niinimetatud merehaigus. Keha pöörlemise järsul lõpetamisel jätkab poolringkanalite vedelik liikumist ja inimene tajub seda peapööritusena. Sellisel juhul aitab pea järsk liigutamine vastupidises suunas.

Sisekõrva kahjustuste korral (kasvajad, traumad, põletikud, verevarustuse puudulikkus) võivad ilmneda tasakaaluhäired. Seismisel ja käimisel tekib peapööritus, iiveldustunne, oksendamine ja kohin kõrvades.

Peale sisekõrva tasakaaluelundi on keha **lihastes ja liigestes närvirakkude kogumid,** mis reageerivad raskusjõule ja lihaste pingutamisele, võimaldades tajuda nii keha asendit kui ka liigutusi. Need närvirakkude kogumid lubavad inimestel sooritada lihtsamaid liigutusi ka pimesi, näiteks puudutada väljasirutatud sõrmega kinnisilmi ninaotsa.



3.9. Lihastes olevad närvirakkude kogumid annavad informatsiooni kehaosade asendist ja liigutustest

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Millise eelise annab kahe kõrvaga kuulmine?
2. Miks inimese vananedes kuulmine nõrgeneb?
3. Mis on kurtus?
4. Milliseid muutusi kõrvas põhjustab pikaajaline tugev heli?
5. Kus asub tasakaaluelund? Nimetage selle osad.
6. Kuidas saab peaaju informatsiooni pea asendi muutumisest?
7. Miks osa inimesi jääb pideva õõtsumise tagajärjel merehaigeks?

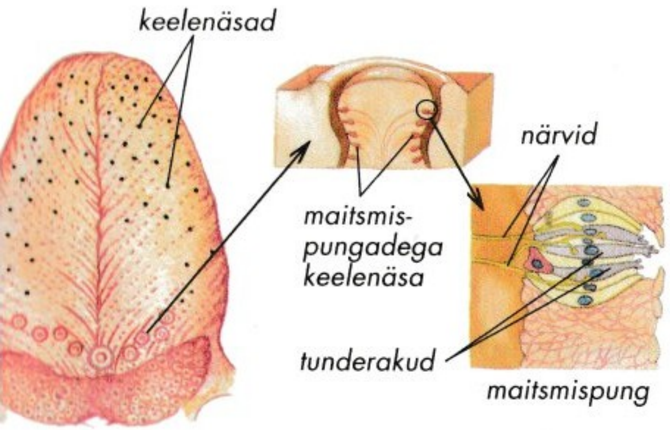
KOKKUVÕTE

Kuulates tajume helisid, suudame neid eristada ning mõistame nende informatsiooni. Normaalse kuulmisega inimene eristab helisid, mille sagedus on 20–20 000 võnget sekundis. Inimkõrv on kõige tundlikum 1000–3000-hertsise sagedusega helide suhtes, sellise sagedusega on ka inimese kõne. Inimese vananedes kuulmise ulatus väheneb. Täielikku kuulmise puudust nimetatakse kurtuseks. Sisekõrva poolringkanalid, mis koos mõigu ja kotikesega moodustavad tasakaaluelundi, aitavad tasakaalu hoida. Tasakaal võimaldab inimesel keha püsti hoida ja liikuda. Tasakaal säilitatakse silmade, tasakaaluelundi ja keha organites leiduvate raskusjõule reageerivate närvirakkude kogumike abil. Sisekõrva kahjustuste korral võivad ilmneda tasakaaluhäired.

3.5. Maitsmine, haistmine ja kompimine

Maitsmine

Inimese maitsmiselund on keel. **Maitsmine on lahustunud ainete erinevate keemiliste omaduste ehk maitsete tajumine keelega.** Keele pinnal on palju erineva ehitusega näsajaid moodustisi – **keelenäsasid**. Nende tipus ning külgedel paiknevad mikroskoopiliselt tillukesed **maitsmispungad,** milles on **tunderakud.** Maitse tajumiseks peab suuõõnde sattunud aine lahustuma süljes. Kuiva keelepinna ja vähese süljeerituse korral me maitset ei taju.



10. Keele maitsmispungades asuvad tunderakud

Iga maitsmisnäsa pinnal on avad, mille kaudu pääsevad näsa sisemusse lahustunud aineosakesed, nende kokkupuutel maitsmispungade tunderakkudega tekivad närviimpulsid. Need kanduvad mööda maitsmisnärve aju koore vastavasse piirkonda, kus toimub närviimpulsside analüüs ja maitsete eristamine.

Inimene tajub nelja põhimaitset: soolast, magusat, kibedat ja haput. Ülejäänud maitsed moodustuvad nende maitsete segunemisel. Maitsmisnäsad on suus ebaühtlaselt paigutunud ning seetõttu tunnevad keeleosad maitseid erinevalt. Soolast ja magusat tajuvaid näsasid on rohkesti keeleotsal, haput maitset tajume peamiselt keele külje piirkonnaga ning mõru maitse suhtes on kõige tundlikum keele tagumine osa.

Magusana maitsevad mitmesugused suhkrud, soolane maitse iseloomustab keedusoola, hapu maitsega on mitmesugused happed ning mõrumaitselised on alkaloidid, näiteks kofeiin, nikotiin. Mingi toiduaine söömisel kombineeruvad tavaliselt mitu maitset. Näiteks apelsin maitseb magusa ja hapuna, greibi söömisel tunneme nii magusat, haput kui ka mõru maitset. Kõige tundlikum on meie maitsmismeel mõrumaitseliste ainete suhtes. Seda võib seletada faktiga, et väga mitmed mõrud ained on mürgised ja nii hoiatab maitsmismeel juba väga väikese koguse söömisel.

Maitse tajumises osaleb ka haistmine. Näiteks kui inimesel on nohu ja ta ei tunne lõhna, ei tunne ta ka maitset hästi.

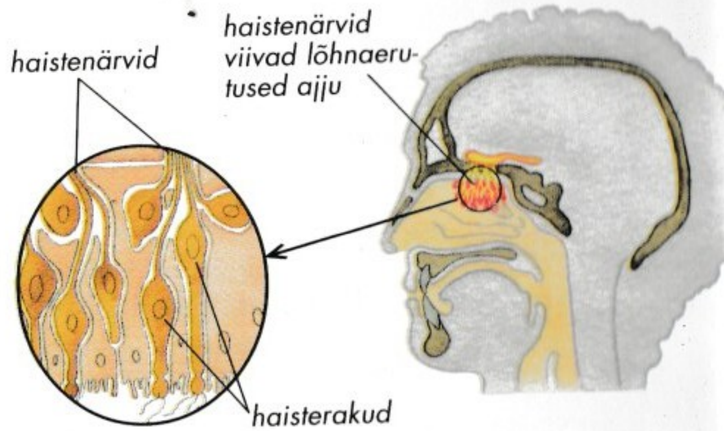
Toidu maitseaistingu kujunemisel on oluline osa toidu struktuursusel, kokkupuutepinnal, rasvasisaldusel, temperatuuril jne. Maitsmine on vajalik eeskätt toidu ja joogi kõlblikkuse hindamiseks ning seedimise ettevalmistamiseks. Suitsetajatel on maitsmisnäsade närvirakud kahjustatud ning nende maitsmismeel on tuimenenud. Vananedes maitsmismeele tundlikkus väheneb.

Haistmine

Haistmine on lõhnade tajumine ja eristamine haistmiselundi abil. Inimese haistmiselund paikneb ninaõõne ülaosas, umbes 5 cm^2 suurusel alal ja selles on hulgaliselt haisterakke. Ninaõõne sisepind on pidevalt niiske, sest näärmerakud eritavad lima. **Õhuga sissehingatud aineosakesed lahustuvad limas ja kontakteeruvad haisterakkudega, põhjustades nendes närviimpulsse.** Närviimpulsid kanduvad mööda haistenärve peaaju vastavasse piirkonda, kus toimub lõhnade eristamine.

Inimese lõhnatundlikkus on paljude loomadega võrreldes kehvem. Inimesel on umbes 20 miljonit haisterakku, saksa lambakoeral aga näiteks 230 miljonit.

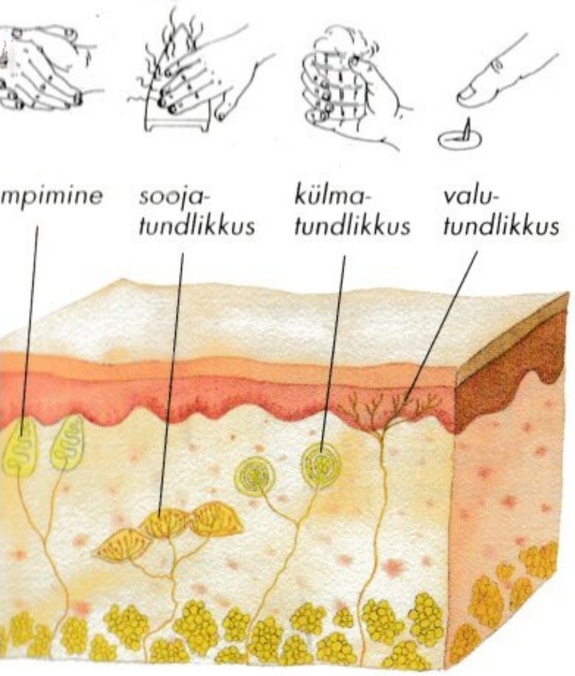
Ehkki inimese haistmismeel pole eriti hästi arenenud, suudab ta siiski eristada tuhandeid erinevaid lõhnu. Kui lõhnaainet on vähe, tajub inimene kõigepealt lõhna, kuid ei suuda määrata, mis lõhnaga on tegemist. Alles siis, kui lõhnaainet on piisavalt, tunneb inimene lõhna ära. Lõhnaained pääsevad haistmiselundisse sissehingamisel. Vähesel määral jõuab lõhn haistmiselundisse ka suust läbi tagasõõrmete. Seetõttu tajume söömisel ühesugusel viisil toidu maitset kui ka lõhna.



Haisterakul on kuni 100 haistekarvakest, mis ulatuvad ninaõõnt katvasse limakihti ja võtavad vastu lõhnaaineid.

3.11. Haisterakud paiknevad ninaõõne ülaosas

Inimene saab lõhnataju abil infot sissehingatava õhu koostisest ja toidu kõlblikkusest. Haistmine võib olenevalt lõhnast tekitada kas naudingutunde (toidulõhnad jm) või hoopiski tülgastuse (roiskumislõhnad). Haistmine nõrgeneb tugeva nohu korral, sest siis on haistmiselundi rakud kaetud paksu limakihiga ning lõhnaainete tungimine nendeni on takistatud. Inimese haistmismeel kohaneb lõhnadega suhteliselt kiiresti. Näiteks lõhnaõli on ümbritsevatele inimestele palju tuntavam kui sellele kasutajale. Ka igal inimesel on talle iseloomulik, teistest erinev lõhn.



2. *Nahas on tunderakud, mis tajuvad udutust, survet, valu, külma ja kuuma*

Kompimine

Kompimine on võime puudutades kindlaks teha esemete kuju, pinnastruktuuri, suurust, temperatuuri jms. Kompimistaju tekib nahas viie aistingu kombinatsioonina. Nahas on tunderakkude kogumid, mis tajuvad puudutust, survet, valu, külma ja kuuma. Järelikult on nahk samuti meeleelund, mille kaudu saame välisilmast informatsiooni. Kompimist tagavad tunderakkude kogumid paiknevad nahas üle kogu keha, kuid nende arv on erinevates kehapiirkondades väga erinev. Eriti tundlik on nahk sõrmeotstel, jalataldadel ja huultel, tunduvalt vähem tundlik aga näiteks selja- ja kõhupiirkonnas. Inimesel ei ole kompimine kõige tähtsam meel, kuid näiteks pimedatele on see väga oluline. Kompimine aitab inimesel hinnata esemete pinda ja kuju, hoiduda endale vigastamisest, orienteeruda käsikaudu pimedas, imikueas avastada ja tunnetada asju.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on maitsmine ja kompimine?
2. Võrrelge maitsmis- ja haistmisaistingute teket inimesel.
3. Mis mõjutab maitseaistingute kujunemist?
4. Mis mõjutab haistmist?
5. Miks on keha eri piirkondade nahk erineva kompetundlikkusega?

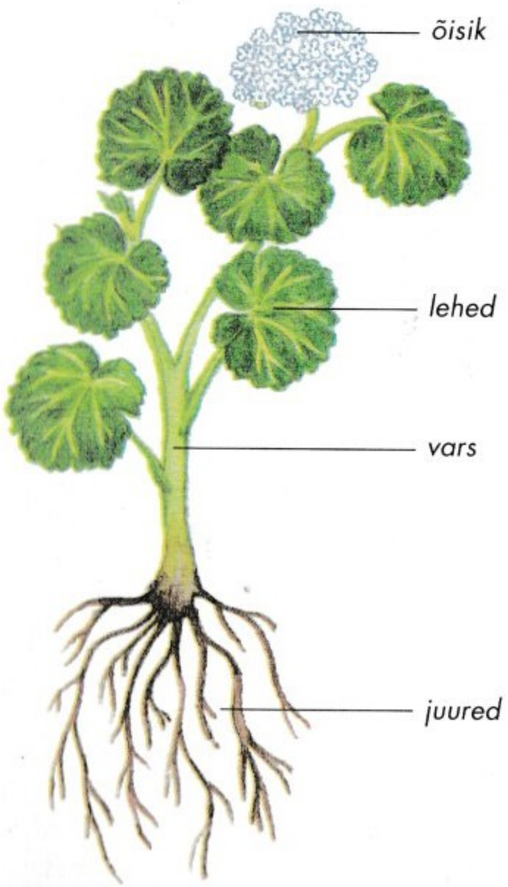
KOKKUVÕTE

Maitsmine on süljes lahustunud ainete maitsete tajumine. Inimese maitsmiselundid on keele pinnal. Inimene tajub nelja põhimaitset: soolast, magusat, kibedat ja haput. Ülejäänud maitsed moodustuvad nende maitsete segunemisel. Haistmine on lõhnade tajumine ja eristamine haistmiselundi abil. Inimese haistmiselund paikneb ninaõõne ülaosas. Kompimine on võime puudutades kindlaks teha esemete kuju, suurust, pinnaomadusi, temperatuuri, massi jms. Kompimistaju tekib nahas viie erineva aistingu kombinatsioonina. Nahas on tunderakkude kogumid, mis tajuvad puudutust, survet, valu, külma ja kuuma. Eriti kompetundlik nahk on sõrmeotstel, jalataldadel ja huultel.

4. Organid ja organsüsteemid

4.1. Taimeorganid

Kõige täiuslikuma ehitusega on **õistaimed.** Nende keha moodustub tavaliselt kahest osast: maapinnal kasvavast võsust ja juurtest, mis asuvad mullas. Võsu koosneb varrest ja lehtedest. Olenevalt aastaajast võivad lehtede asemel olla pungad. Lisaks lehtedele kannavad varred ka õisi või vilju. Samaaegselt võsu kasvamise ja arenemisega pikenevad ja harunevad ka juured.



4.1. Õistaime organid

Varred, lehed ja juured on õistaime kasvu- ehk vegetatiivsed organid, sest nad aitavad taimel elada ja kasvada. Nad varustavad taime vee, hapniku, süsihappegaasi ja mineraalainetega ning sünteesivad orgaanilisi aineid. Kõiki neid ühendeid vajavad taimed elutegevuseks, kasvuks ja arenemiseks. Taime keskne organ on vars, sest see ühendab kõik ülejäänud organid. Mööda vart liigub tõusva vooluna mullast juurtega ammutatud vesi koos selles lahustunud ainetega. Laskuva vooluga jõuavad lehtedes sünteesitud orgaanilised ained teistesse taimeosadesse, kus neid vajatakse elutegevuseks või säilitatakse. Kasvades vars pikeneb, sirgub valguse poole. Nii saavad varrele ja selle harudele kinnituvad lehed paremad tingimused fotosünteesiks. Samal ajal tungib juur mullas edasi ja haruneb. Kasvav taim vajab pidevalt vett ja selles lahustunud aineid. Juurestik suureneb võsu kasvades ja harunedes.

Paljasseemnetaimede keha moodustavad samad organid (vars, lehed ja juured), mis õistaimedel. Erinevalt õistaimedest pole paljasseemnetaimede hulgas rohttaimi. Enamik tänapäevastest paljasseemnetaimedest kuulub okaspuude hulka. Need on puud või põõsad. Ka okaspuude varres ja juures on kambium ning neile on iseloomulik jämenemine. Seetõttu kasvavad okaspuud jämedamaks ning pikemaks nagu paljud õistaimedki. Kuid võrreldes õistaimedega on okaspuude siseehitus lihtsam. Puiduosa koosneb neil trahheiididest, niineosas on sõeltorud ilma saaterakkudeta. Teine oluline erinevus õistaimedega võrreldes on see, et lehtedeks on okaspuudel soomusjad või nõeljad okkad.

Võrreldes okaspuudega on **sõnajalgtaimed** lihtsama ehitusega, kuid neilgi on nii juured kui ka võsu. Meie kodumaistel sõnajalgadel on võsu muutunud maa-aluseks risoomiks, millest kasvuperioodil arenevad lehed. Sõnajalgtaimede organite siseehitus on lihtsam kui õis- ja paljasseemnetaimedel, kuid ka neil on tugi- ja juhtkude.

Maismaataimedest on kõige lihtsama ehitusega **sammaltaimed**. Enamikul nende liikidel on kasvuorganeist ainult lehed ja vars. Vähem on samblaid, mille keha moodustab lehtjas tallus. Varre alumisest osast või lehtja talluse alumiselt küljelt kasvavad välja risoidid, mis kujutavad endast pindmiste rakkude niitjaid väljakasve. Risoididega kinnituvad samblad pinnasesse või kividele, kändudele ja puutüvedele ning imevad vett. Kuigi risoide on väga palju, ei piisa taimedele nendega hangitud veest ning seetõttu on ka sammalde lehed kohastunud vee kogumiseks ja säilitamiseks.

Kõige lihtsama ehitusega taimed on **vetikad**. Neil puuduvad tõelised taimeorganid. Seepärast nimetatakse nende keha talluseks. Vetikad on hulkraksed, koloonialised või ainult üherakulised organismid. Enamik vetikatest elab vees, kus neid ümbritseb vesi, millest nad koos keha pinnaga hangivad elutegevuseks vajalikke aineid. Eluks ühetaolises veekeskkonnas on nad hästi kohastunud.

Õis ja sellest arenev vili on õistaime paljunemis- ehk generatiivsed organid. Võrreldes vegetatiivsete organitega on nad lühiealised. Pärast tolmlemist ja viljastamist areneb õiest vili. Vili küpseb, st selles valmivad seemned. Olenevalt taimeliigist levivad keskkonnategurite toimel kas terved viljad või ainult seemned. Soodsates tingimustes seemned idanevad, nendest arenevad uued taimed ning õistaime elutsükkel kordub.

Paljunemisorganid on omased peale õistaimede teistelegi taimedele. Kuid üherakulistel ja paljudel hulkraksetel vetikatel ei ole eristunud spetsiaalseid paljunemisorganeid. Nii

4.2. Sõnajalg

4.3. Sammal

4.4. Vetikas

4.5. Õiest arenenud vili on õistaime paljunemisorgan

eosed (sugutul paljunemisel) kui ka sugurakud (sugulisel paljunemisel) tekivad neil tavalistes keharakkudes. Täiuslikuma ehitusega hulkraksetel vetikatel on eristunud spetsiaalsed sugutu paljunemise organid eoslad (sporangiumid) ja sugulise paljunemise organid gametangiumid (anteriidid ja arhegoonid). Nii on see ka sammal- ja sõnajalgtaimedel. Okaspuudel valmivad sugurakud käbides. Pärast tolmlemist valmivad emaskäbides seemned. Järelikult paljunevad okaspuud seemnetega nagu õistaimedki, kõik ülejäänud taimed (vetik-, sammal- ja sõnajalgtaimed) aga eostega.

ÜLESANDED

1. Millised on õistaimede kasvu- ehk vegetatiivsed organid?
2. Mille poolest erinevad paljasseemnetaimede kasvuorganid õistaimede omadest?
3. Võrrelge sõnajalg- ja sammaltaimede vegetatiivseid organeid õistaimede omadega.
4. Miks pole isegi makroskoopilistel vetikatel vaja tõelisi kasvuorganeid?
5. Millised on õistaimede paljunemisorganid?
6. Millised generatiivsed paljunemisorganid on sõnajalg- ja sammaltaimedel?
7. Kuidas paljunevad taimed? Võrrelge õis-, paljasseemne-, sõnajalg-, sammaltaimede ning vetikate paljunemisviise.

KOKKUVÕTE

Vetikatel, kes on kõige lihtsama ehitusega taimed, puuduvad tõelised taimeorganid. Enamiku sammaltaimede keha moodustavad vars ja lehed (võsu). Juuri asendavad nendel taimedel risoidid. Sõnajalg-, paljasseemne- ja õistaimede kasvu- ehk vegetatiivsed organid on juured, varred ja lehed. Kõik taimed annavad järglasi. Vastavalt sellele on neil ka paljunemisorganid. Kõige täiuslikumad sugulise ehk generatiivse paljunemise organid on õistaimedel. Nendeks on õis ja sellest arenev vili, milles valmivad seemned. Peale õistaimede paljunevad seemnetega paljasseemnetaimed. Sõnajalg- ja sammaltaimed ning vetikad paljunevad eostega, mis enamasti valmivad selleks kohastunud organites – eoslates ehk sporangiumides.

4.2. Organid ja organsüsteemid loomadel

Loomad ja taimed sarnanevad selle poolest, et nad elavad, kasvavad, arenevad ning annavad järglasi. Samas aga erinevad nad oluliselt ehituse ja elutegevuse poolest. Enamik loomi liigub aktiivselt: nad otsivad endale toitu, sobivat elukaaslast, varju- või pesapaikga. Erinevusi loomade ja taimede vahel on teisigi. Nii näiteks kasvab enamik loomi ainult täisealiseks saamiseni. Taimed aga sirguvad kogu elu vältel. Võrreldes taimedega on loomade ehitus keerulisem. Neil on rohkem kindla kuju, ehituse ja talitlusega organeid. Tavaliselt võtavad organi ehk elundi moodustamisest osa erinevad koed, kusjuures vaid üks neist on valdav. **Organitest, mis sarnanevad ühtse ehituse, talitluse ja arengu poolest, moodustuvad organsüsteemid ehk elundkonnad.** Neist omakorda kujuneb ühtne terviklik organism, mille organsüsteemide tegevus on kooskõlastatud.

Eelnevalt õpitud loomadest tuletame meelde selgroogsete (luukalade, kahepaiksete, roomajate, lindude ja imetajate) kehaehitust, nende organeid ja organsüsteeme.

Kehakatted. Selgroogsete loomade keha katab nahk, mis koosneb kahest kihist: pealmisest marrasknahast ehk epidermisest ja alumisest pärisnahast. Kalade ja kahepaiksete epidermises on limanäärmed, teistel selgroogsetel, kes elavad maismaal, sarvestub marrasknaha väliskiht. Sellest moodustuvad roomajatel sarvsoomused, lindudel suled ning imetajatel karvad. Ka luukalade nahas on soomused, kuid erinevalt roomajatest on need luukoest ja asetsevad marrasknaha all pärisnahas. Lisaks karvadele on imetajate loomade nahas rohkesti higi- ja rasunäärmeid.

Tugi- ja liikumiselundid. Luud ja lihased moodustavad selgroogsetel keha toese, olles ühtlasi ka liikumiselundite põhiline koostisosa. Selgmiselt paikneb piki keret selgroog, mis koosneb selgroolidest. Selgroog on ühendatud koljuga, mis katab ja kaitseb peaaju ning meeleelundeid. Enamikul selgroogsetel kinnituvad rinnapiirkonnas selgroole roided, mis kaitsevad siseelundeid. Selgrooga seonduvad ka vöötmeluud ning nendega omakorda jäsemeluud. Kõik luud koos moodustavad toese ehk skeleti.

Kaladel on liikumiselundeiks uimed, teistel selgroogsetel, kes elavad põhiliselt maismaal, aga varvasjäsemed, lindudel ka tiivad. Loomad, kes tegutsevad nii vees kui ka maismaal, on kohastunud ka ujumiseks – varvaste vahel on neil ujulestad.

Hingamiselundid. Nendegi ehitus sõltub loomade elukeskkonnast. Kalad hingavad lõpustega, tarbides vees lahustunud hapnikku. Ka kahepaiksete vastsed, kes elavad vees, hingavad lõpustega.

Klass	Kalad	Kahepaiksed	Roomajad	Linnud	Imetajad
Elupaik	vesi	vesi – maismaa	maismaa	maismaa	maismaa
Kehatemperatuur	kõigusoojased	kõigusoojased	kõigusoojased	püsisoojased	püsisoojased
Kehakatted	soomused	paljas limanäärmetega nahk	sarvsoomused	suled	karvad
Hingamiselundid					
Süda					
Peaaju					
Paljunemisviis	koeb vette	koeb vette	muneb maismaal	muneb maismaal, hoolitseb järglaste eest	sünnitab, toidab järglasi piimaga, hoolitseb nende eest

5. Organid ning põhiline upaik ja paljunemisviis inevatel selgroogsetel

Nii lõpused kui ka kopsud on seotud neeluga. Kalade ja kahepaiksete vastsetel on neelu külgseintel lõpusepilud. Suuõõnde tulnud vesi väljub lõpusepilude kaudu, uhtudes seejuures lõpuselehti. Luukaladel kinnituvad lõpuselehed luuliste lõpusekaarte välisservale. Lõpusekaarte siseserval on jäigad lõpusepiid, mis filtreerivad vett ja takistavad neelatavate toidupalade väljumist. Lõpuselehtede verekapillaarides toimub gaasivahetus. Maismaal elavatel selgroogsetel järgneb neelule kõri ja sellele hingetoru, mis hargneb kaheks kopsutoruks. Need suunduvad kopsudesse.

Täiskasvanud kahepaiksetel on kopsud lihtsa ehitusega kotjad moodustised. Nende talitlusest ei piisa looma varustamiseks hapnikuga. Seetõttu hingavad nad ka märja limase naha kaudu. Vette sukeldunult hingavad täiskasvanud kahepaiksed ainult naha kaudu.

Roomajad hingavad kopsudega, mis kahepaiksete omadega võrreldes on suurema hingamispinnaga, sest neil on sombulisem sisepind. Intensiivset kopsuhingamist võimaldab rinnakorvi olemasolu (kahepaiksetel pole rinnakorv välja kujunenud). Hingamisel rinnakorv liigub, suurendades või vähendades rinnaõõnt. Vastavalt sellele kopsud kas laienevad või ahenevad.

Lindudel on suhteliselt väikesed kopsud, mis erinevad ehituselt roomajate sombulistest kopsudest. Lindude kopsukoes põimuvad omavahel ülipeened õhutorukesed ja verekapillaarid. See kindlustab intensiivse gaasivahetuse vere ja atmosfääriõhu vahel. Suure hapnikuvajaduse (eriti lennul) rahuldab nn kahekordne hingamine, mis on võimalik kopsudest väljuvate õhukottide tõttu.

Õhukotid ulatuvad enamiku siseelundite vaheruumidesse ja luudesse. Õhukottides gaasivahetust ei toimu. Osa sissehingatavat õhku läbib kopse hapnikku loovutamata ja talletub õhukottidesse. Neist väljasurutuna läbib õhk kopse teist korda.

Imetajatel on kõige täiuslikuma ehitusega kopsud. Erinevalt lindudest lõpevad õhutorukesed imetajate kopsudes väikeste mullitaolise laienditega – alveoolidega. Seetõttu on imetajate kopsudes väga suur hingamispind, mis võimaldab intensiivset hingamist. Tihedasti verekapillaaride võrgustikuga ümbritsetud alveoolides toimub gaasivahetus. Kopsud asuvad rinnakorviga ümbritsetud rinnaõõnes, mida kõhuõõnest eraldab vahelihas ehk diafragma. Vahelihas on ainult imetajatel.

Hingamine toimub rinnaõõne mahu muutmise teel. Sissehingamisel suureneb rinnaõõne maht roietevaheliste lihaste ja diafragma kokkutõmbumise tõttu. Roided liiguvad ettepoole ja külje suunas, vahelihas lameneb. Sel ajal surutakse õhk välisrõhu jõul kopsudesse. Roiete langetamisel rinnakorv aheneb, vahelihas kumerdub ja õhk surutakse kopsudest välja – toimub väljahingamine.

Väikesed imetajad hingavad sagedamini kui suured. Hiir näiteks hingab minutis 150, siga 15, koer 20–24 korda.

Hingeelundkonna moodustab süda koos vere- ja lümfisoontega. Erinevalt selgrootutest loomadest on selgroogsetel suletud veresoonestik, st veri ringleb kogu kehas mööda sooni. Keskseks elundiks on süda, mis paikneb rindkere kõhtmisel poolel. Süda on keerulise ehitusega elund, tal on võimas lihastik ning vere voolu reguleerivad klapid. Südamelihaste rütmilised kokkutõmbed panevad vere soontes liikuma.

Enamikul kaladel on kaheosaline süda, mis talitleb aeglaselt. Kahepaiksetel on kolmeosaline süda ning neil voolab keres segaveri, roomajatel on samuti kolmeosaline süda (välja arvatud krokodillilised, kel on neljaosaline süda), kuid neil on südame ehituse iseärasuste tõttu arteriaalne ja venoosne veri peaaegu eraldatud, nii et keha saab rohkem hapnikurikast verd kui kahepaiksetel. Lindu-

del ja imetajatel on neljaosaline süda, milles arteriaalne ja venoosne veri on täielikult eraldatud ning südamest liigub kehasse hapnikurikas arteriaalne veri. See võimaldab organismis intensiivset gaasi- ja ainevahetust.

Seedeelundkond algab suuõõnega, milles on hambad ja keel. Kalad, kahepaiksed ja roomajad kasutavad hambaid toidu haaramiseks, kinnihoidmiseks ja kugistamiseks. Imetajatel on hambad olulised ka toidu peenestamisel. Pikemaajalist toidu suus hoidmist ja mälumist võimaldab neil kõva suulagi. Imetajatel on toidutee hingamisteest eraldatud. Suust läheb toit neelu ja söögitoru kaudu makku ning sealt edasi soolde. Seedekulgla lõpeb kloaagi (kahepaiksetel, roomajatel ja lindudel) või pärakuga (luukaladel, imetajatel).

Lindude seedekulgla ehitus erineb mõneti teiste selgroogsete omast. Nende seedekulgla algab nokaga, millega haaratakse toitu. Lindudel pole suus hambaid. Söögitoru laienenud osa moodustab pugu, milles toimub toidu pehmendamine, sinna kogunevad ka seedimata toiduosad. Magu on lindudel kaheosaline. Osal imetajatest on neljaosaline magu.

Närvisüsteem jaotub paiknemise, ehituse ja ülesannete alusel kesk- ja piirdenärvisüsteemiks. **Kesknärvisüsteem** koosneb pea- ja seljaajust. Kõrgematel selgroogsetel jaotub peaaju viieks põhiseks osaks (ots-, vahe-, kesk-, piklik- ja väikeajuks). Nendes asuvad väli- ja siseärrituste vastuvõtu, ümbertöötamise ja organismi vastusreaktsioonide ning käitumise kujundamise põhikeskused. Vastuvõtukeskused on peaajus omavahel seotud ja looma käitumise määrab mitmesuguste aistingute ümbertöötamine.

Luukaladel on peaaju harilikult väga väike ja üpris lihtsa ehitusega. Otsaju koor pole neil arenenud. Meelte keskused on eristunud järgmiselt: haistmine – otsajus, nägemine – keskajus, kuulmis- ja kompimiskeskus – piklikajus, liigutuste koordineerimise keskus – väikeajus. Nende ajuosade suhteline suurus vastab erinevate meelte osatähtsusele kalade elus.

Kahepaiksete närvisüsteem koosneb sarnastest osadest nagu kaladelgi. Kuid otsaju on tugevamini arenenud ja sellel võib eristada suuraju poolkerasid. Väikeaju, mis koordineerib liigutusi, on nõrgemini arenenud kui kaladel. Vastavalt sellele on kahepaiksete liigutused kohmakamad. Võrrelge ujuva kala ja hüppava konna liigutusi.

Roomajate peaaju on arenenum kui kahepaiksetel. Otsaju on teistest ajuosadest märgatavalt suurem. See ei ole enam üksnes haistmiseks, vaid osaleb ka roomajate käitumise kujundamisel. Ka väikeaju on paremini arenenud kui kahepaiksetel. Seetõttu on roomajate liigutused mitmekesisemad ja osavamad.

Lindude peaaju on paremini arenenud ja suurem kui roomajatel.

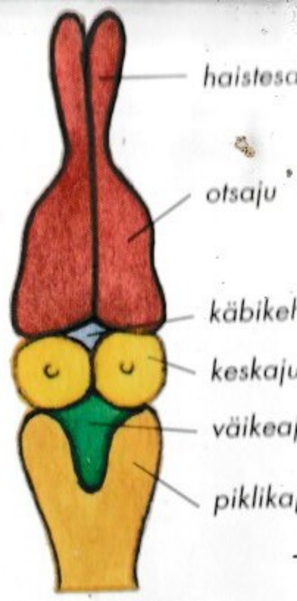
Näiteks arusisaliku peaaju kaalub 50 mg, umbes arusisaliku rasuse aed-põõsalinnu peaaju aga 580 mg.

Lindude otsaju koosneb kahest kogukast poolkerast, mille kaudu juhitakse kõiki toiminguid. Keskaju nägemissagarad on lindudel hästi arenenud. Seetõttu on neil hea nägemine, mis on lühtivaks meeleks ümbruskonnas orieteerumisel. Suhteliselt võimas on ka väikeaju. See on tingitud väikeaju tähtsast osast tasakaalu säilitamisel lendamisel, samuti liigutuste reguleerimisel ja liihaste töö kooskõlastamisel.

Imetajate närvisüsteem koosneb samadest osadest, mis teistelgi selgroogsetel, kuid peaaju on neil märksa suurem. Otsaju on veelgi keerukama ehitusega ja suhteliselt suurem kui lindudel. Närvirakkudest moodustunud ajukoor on vaoline, mis suurendab ajukoore pinda. Meeleelundite poolt vastuvõetud ärritused kanduvad piki närve erutustena peaajusse, kus nad analüüsitakse suuraju poolkerade koores. Ka väikeaju on imetajatel hästi arenenud, võimaldades koordineerida keerukaid liigutusi.

Meeleelundid võtavad vastu väliskeskkonnast ja organismist tulevaid ärritusi. Ärritus kandub erutusena meeleelundeist peaajusse, kus tekivad aistingud ja tajud.

Meeleelundid on selgroogsetel hästi arenenud. Haisteelundit peetakse arenguliselt kõige vanemaks meeleelundiks. Loomad haistavad juba kaugelt toidu, vaenlaste ja liigikaaslaste lõhna. Haisteelund on suhteliselt lihtsa ehitusega, kujutades endast erilistes lohukestes või ninaõõnes asetsevaid haisterakkude kogumeid – haisteepiteeli. Maitseelundiks on selgroogsetel maitsepungad – kõrgete näärmete tugirakkudega ümbritsetud meelerakkude kogumid. Enamikul selgroogsetest asetsevad maitsepungad suuõõne limaskestas ja keelel. Luukaladel on maitsepungad ka nahas. Eriti oluline on see toiduotsinguil neil luukaladel, kes elavad veekogude põhjas või taimede vahel, kus nägemise abil on raske orienteeruda (nt karpkalad, sägad). Selgroogsete nägemiselundiks on paarilised silmad. Kuulmis- ja tasakaaluelund paikneb sisekõrvas. Selgroogsete loomade silmad ning ka imetajate kõrvad sarnanevad siseehituselt inimese omadega. Luukaladel on ainult sisekõrvad, kahepaiksetel, roomajatel ja lindudel eristuvad ka keskkõrvad ning ainult imetajatel lisanduvad neile väliskõrvad.



4.6. Roomaja aju

Omapärane on seegi, et kalad ei pane kunagi silmi kinni, sest neil puuduvad silmalaud. Teistel selgroogsetel on silmalaud olemas. Madudel on aga silmalaud kokku kasvanud, kattes silmi kellaklaasi taoliselt.

Kaladel, vees elutsevatel kahepaiksetel ning nende vastsetel on vee liikumist tunnetavad meeleelundid küljejooneelundid. Need on karvakestega kõrgete meelerakkude kogumid, mis on kaetud sültja vetruva massiga.

Eritus- ja suguelundid. Põhilisteks erituselunditeks on selgroogsetel neerud. Peale ainevahetusjääkide eemaldamise on nende organite ülesandeks säilitada vere normaalne veesisaldus (vere osmootne rõhk).

Suguelundite tähtis osa on sugunäärmed: emasloomadel valmivad munasarjades munarakud, isasloomadel seemnesarjades seemnerakud. Munarakud langevad munasarjast tavaliselt kehaõõnde, kust nad liiguvad munajuhadesse. Seemnerakud väljuvad seemnejuhade kaudu. Kalad ja kahepaiksed koevad munarakud vette ning viljastamine toimub kehaväliselt. Roomajatel, lindudel ja imetajatel on kehasisene viljastamine. Roomajatel ja lindudel areneb loode munas, imetajatel aga emakas.

ÜLESANDED

1. Mille poolest erineb loomade eluviis taimede omast?
2. Miks on selgroogsete loomade ehitus keerulisem, võrreldes õistaimedega?
3. Millised organid moodustavad ühe organsüsteemi?
4. Võrrelge erinevatesse selgroogsete klassidesse kuuluvate loomade kehakatteid.
5. Missugused on selgroogsete tugi- ja liikumiselundid?
6. Kuidas avaldub selgroogsete hingamiselundite ehituses nende kohastatus elukeskkonnaga?
7. Millised seedeelundid on kõigil selgroogsetel loomadel?
8. Kirjeldage närvisüsteemi ehitust ja talitlust.
9. Iseloomustage selgroogsete meeleelundeid.
10. Missugused eritus- ja suguelundid on selgroogsetel?

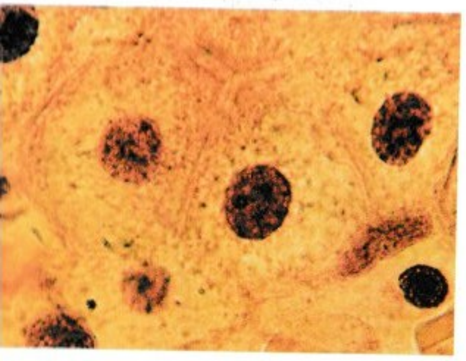
KOKKUVÕTE

Hulkraksed organismid koosnevad suurest hulgast erinevatest rakkudest. Ühesuguse tekke, ehituse ja talitlusega rakud moodustavad kudesid. Koed moodustavad organeid ehk elundeid ja organsüsteeme ehk elundkondi. Organ on keha osa, millel on kindel kuju, ehitus ja talitlus. Ta kujutab endast erinevate kudede süsteemi, kusjuures enamasti on valdav vaid üks või kaks kudet. Samalaadseid ülesandeid täitvad organid moodustavad organsüsteemi. Organid ja organsüsteemid talitlevad kooskõlastatult ja neist kujuneb terviklik organism.

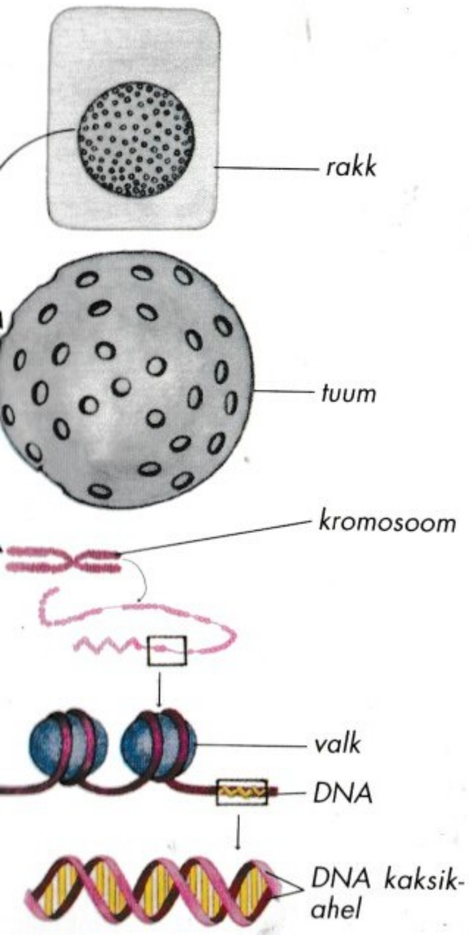
Loomadest on täiuslikema ehitusega selgroogsed, sest neil on kõige paremini välja kujunenud erinevad organid ja organsüsteemid. Ometi on nende loomade erinevate klasside esindajate vahel suuri ja olulisi erinevusi keha ehituses ja talitluses. Osaliselt on see tingitud nende eluviisist ja kohastumisest teatud keskkonnatingimustega. Põhilised, kõigile selgroogsetele omased organid ja organsüsteemid on meeleelundid ja närvisüsteem, hingamis- ja ringeelundkond, tugi- ja liikumiselundkond, seede-, eritus- ja suguelundkond.

5. Organismide pärilikkus ja muutlikkus

5.1. DNA, geenid ja kromosoomid



5.1. Maksarakud tuumaga



2. Kromosoomid koosnevad valle pakitud DNA kaksikahelast

Kõik on tähele pannud, et vanemad ja nende järglased on mingil määral sarnased. Sellise sarnasuse aluseks on kõikidele organismidele omane nähtus, mida nimetatakse pärilikkuseks. **Pärilikkus on organismide omadus säilitada ja paljunemisel järglastele edasi anda tunnuste kujunemise ja arenemise iseärasusi.**

Seega ei pärandu järglastele mitte vanemate tunnused, vaid pärilik (geneetiline) informatsioon, mis koos keskkonnaga määrab nende tunnuste arenemise. **Rakutuumas paiknevates kromosoomides on aine, mis sisaldab ja säilitab pärilikku informatsiooni.** See on nukleiinhapete hulka kuuluv **desoksüribonukleiinhape** ehk **DNA**. Iga DNA molekul koosneb kahest pikast ahelast, mis on spiraalselt teineteise ümber keerdunud. Organismi paljunemisel kandub infot sisaldav DNA kromosoomidega edasi järglastele.

DNA ahelad on omavahel seotud keemiliste sidemetega. DNA koosneb neljast erinevast ehitusüksusest (orgaanilisest ühendist), neid nimetatakse nukleotiididiks. Iga liigi DNA nukleotiidide järjestus on erinev ja kordumatu, mistõttu erinevat liiki organismidel on erinev pärilik informatsioon. ***Enne raku jagunemist DNA kahekordistub.*** *See on vajalik selleks, et mõlemad jagunemisel moodustuvad tütarrakud saaksid samasugust DNA-d võrdselt. DNA molekuli kahekordistumisel eralduvad kõigepealt kaks ahelat teineteisest. Kummagi üksikahela vastu sünteesitakse ruumilise sobivuse põhimõttel uus ahel. Lõpuks saadakse kaks samasuguse koostise ja ehitusega DNA molekuli, mis kannavad ühesugust pärilikku informatsiooni.*

Et DNA molekulid on raku mõõtmetega võrreldes väga suured, siis on DNA rakutuumas tavaliselt erinevate valkude abil kokku pakitud. Selliselt kokku pakitud DNA on paremini kaitstud kõikvõimalike kahjustavate mõjude eest.

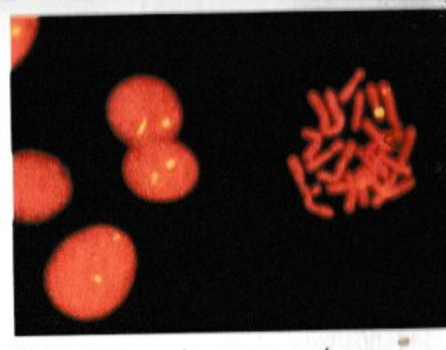
Üks valkudega seotud DNA molekul moodustab kromosoomi.

DNA molekulid liigenduvad geenideks. Geenid päranduvad DNA koostises vanematelt järglastele. Geen on DNA lõik, **pärilikkuse algüksus, mis osaleb organismi ühe või mitme tunnuse kujunemises.** Geenides sisalduva info alusel sünteesitakse organismis erinevate omadustega valgud (ensüümid ja ehitusvalgud), mis osalevad rakkude, kudede ja organite ülesehitamises ning ainevahetuses, st organismi tunnuste kujunemises. On ka selliseid geene, mis kontrollivad ja reguleerivad teiste geenide toimet.

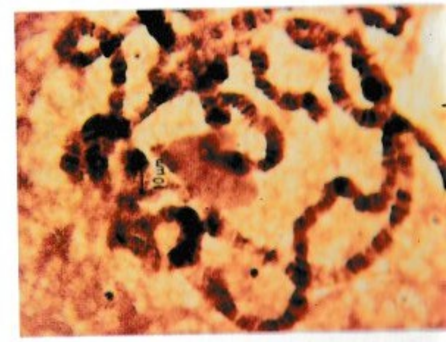
Tavaliselt on kõigis keharakkudes ühepalju kromosoome. Kromosoome võib sarnasuse alusel jaotada paarideks. Ühe paari kromosoomidel on samasugune kuju ja suurus, kusjuures üks paaristest on päritud isalt, teine emalt. **Igal liigil on oma kromosoomide arv ja iseloomulik kuju.** Sugurakkudes on iga kromosoom ühekordselt, st neis on kromosoome poole vähem kui keharakkudes (inimese keharakkudes on 46, sugurakkudes 23 kromosoomi). Kromosoomid moodustavad **kromosoomistiku,** sugurakkudes on see ühekordne, keharakkudes on kromosoomistik kahekordne.

Selleks, et sugurakkudes oleks kromosoomide arv poole väiksem kui keharakkudes, toimub nii munarakkude kui ka spermatosoidide valmimisel eriline rakujagunemine ehk meioos. Sugurakkude ühinemisel ehk viljastumisel taastub organismi esialgne kromosoomide arv.

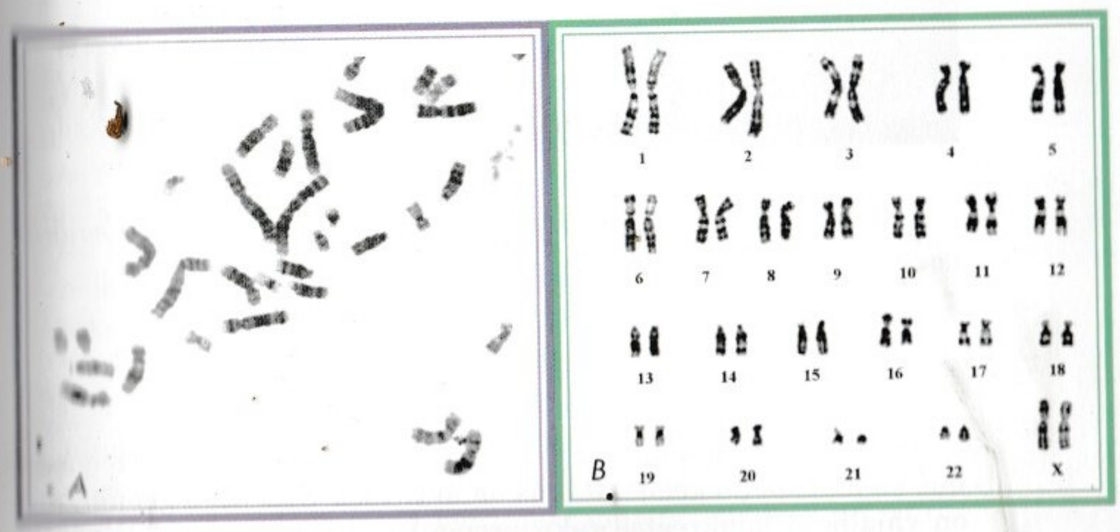
Kuna geenid paiknevad kromosoomides, siis on ka **iga geen meie keharakkudes kahekordselt.** Organismis võib ühel geenil olla vähemalt **kaks erinevat vormi ehk alleeli.** Ühe neist saame isalt, teise emalt.



5.3. Hiina hamstri rakutuumad kromosoomid



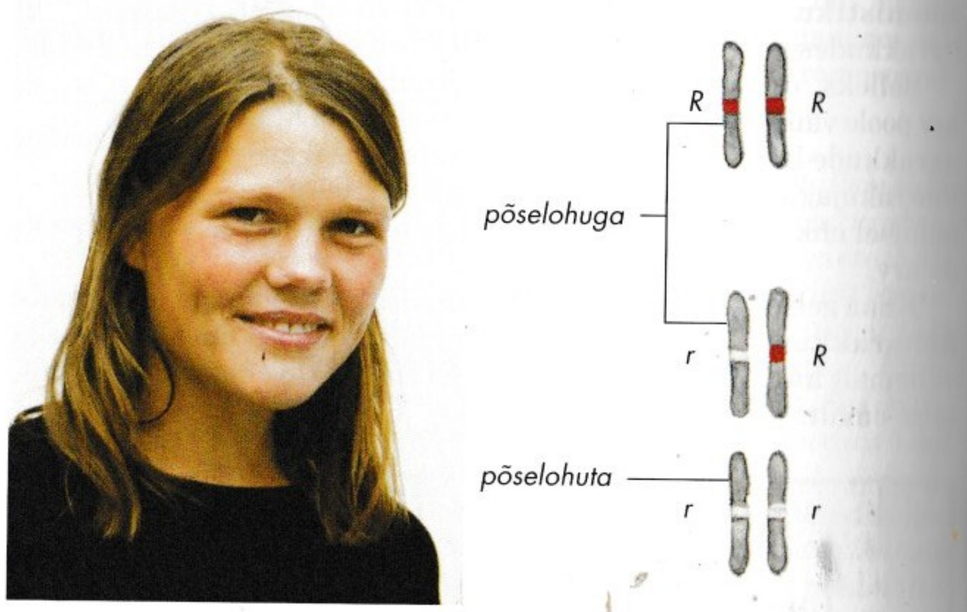
5.4. Hiidkromosoomid sääse näärme rakkudes



5.5. Inimese kromosoomistik on keharakkudes kahekordne. Naise kromosoomistik (A) ja samad kromosoomid grupeeritult suuruse ja kuju järgi (B).

Vanematelt saadud alleelid võivad olla kas ühesuguse või erineva mõjuga. Seda alleeli, mis valitseb teise üle ja mille poolt määratud tunnus organismil alati avaldub, nimetatakse **dominantseks alleeliks**. Dominantseid alleele tähistatakse geneetika ülesannetes ja ristamisskeemides suurte tähtedega.

Inimesel on dominantsed tunnused näiteks põselohkude esinemine, võime keelt torru keerata või tagasi painutada jne. Tunnuse kujunemine sõltub sellest, millised antud tunnust määrava geeni alleelid organismis on. Kui need emalt ja isalt saadud alleelid on erinevad, siis areneb selline tunnus, mille määrab dominantne alleel. **Allasurutud alleeli nimetatakse retsessiivseks alleeliks.** Viimase poolt määratud tunnus saab organismil avalduda vaid juhul, kui ühe geeni mõlemad alleelid on retsessiivsed, st kui vastava geeni dominantne alleel organismis puudub. Retsessiivseid alleele tähistatakse geneetika ülesannetes ja ristamisskeemides väikeste tähtedega. Inimesel on retsessiivseteks tunnusteks näiteks külgekasvanud kõrvanibu, punane juuksevärv, pigmendi puudumine jne.



5.6. Põselohkude esinemine on dominantne tunnus. Põselohku määrav alleel on dominantne (R).

Inimesel on ligikaudu 100 000 erinevat geeni. Ühes kromosoomis on alati palju geene. Rakus on aktiivsed vaid need geenid, mis on vajalikud konkreetse raku arenguks ja talitluseks. Ülejäänud geenid ei avaldu (ehkki nad on rakus olemas), st nendelt valke ei sünteesita ja nende poolt määratud tunnused rakul välja ei kujune.

Geenides oleva informatsiooni avaldumises, st organismi tunnuste kujunemises, on suur osa keskkonnal. Järelikult osaleb organismi tunnuste kujunemises lisaks geenidele ka ümbritsev keskkond. Organismil võivad olemas olla kõik geenid, mis loomulikes tingimustes tagavad normaalse kasvu, kuid pideva toidupuuduse ja nälgimise korral ei kasva normaalmõõtmetega organismi.

Organismi tunnused kujunevad välja keskkonna ja geenide koosmõjul. Vastavalt keskkonnatingimustele võivad tunnused mõnel määral muutuda.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

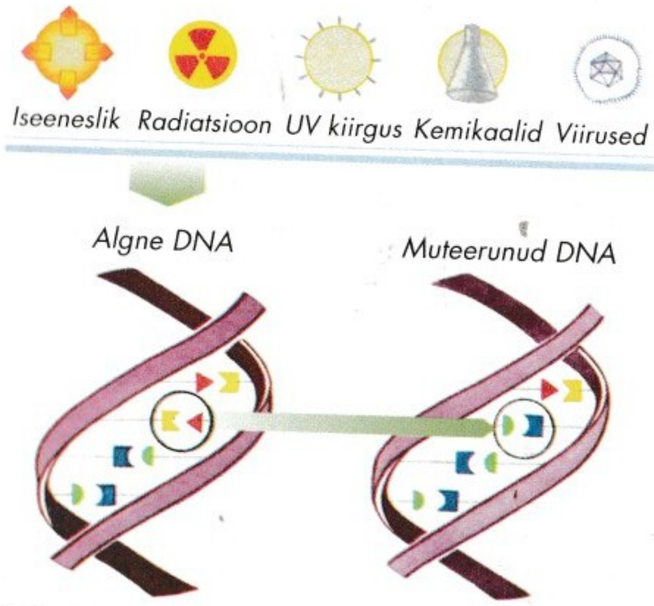
1. Mis on DNA, geen, kromosoom?
2. Võrrelge dominantsete ja retsessiivsete alleelide toimet.
3. Kirjeldage DNA molekuli ehitust.
4. Kuidas tagatakse kromosoomide arvu säilimine viljastumisel?
5. Kuidas edastatakse pärilikku informatsiooni järglastele?
6. Nimetage inimese dominantseid ja retsessiivseid tunnuseid.

KOKKUVÕTE

Vanemate ja järglaste sarnasuse kindlustab pärilikkus. Pärilikkuses võib eristada kahte tasandit: 1) päriliku informatsiooni säilitamine ja edastamine võimalikult muutumatul kujul (toimub näiteks keharakkude jagunemisel või sugurakkude moodustumisel); 2) päriliku informatsiooni avaldumine, mille käigus kujunevad organismi tunnused. Pärilikkuse kandjaks organismis on rakutuumas paiknev DNA. DNA teatud lõigud moodustavad geene. Geen on DNA lõik, mis osaleb ühe või mitme tunnuse kujunemises. Ühel geenil võib organismis olla kaks vormi – dominantne alleel ja retsessiivne alleel. Dominantse alleeli olemasolul avaldub organismil tavaliselt selle alleeli poolt määratud tunnus. Inimesel on umbes 100 000 erinevat geeni. Geenid koonduvad kromosoomidesse. Inimese keharakus on 46 kromosoomi.

5.2. Pärilik ja mittepärilik muutlikkus

Suguliselt paljunevate organismide tähelepanelikul vaatlemisel on näha, et kõik isendid erinevad mingil määral üksteisest. Näiteks erinevad inimesed kasvu, kehakaalu, näojoonte, hääletämbri, sõrmejälgede, vererühma ja veel paljude teiste tunnuste poolest. Erinevuste aluseks on muutlikkus. **Muutlikkus on organismide võime muutuda ning seetõttu üksteisest erineda.** Kõige lihtsam on muutlikkust jagada kaheks: **pärilikuks ja mittepärilikuks.** Pärilik muutlikkus, nagu nimetuski ütleb, pärandub järglastele. See on võimalik, sest muutused on toimunud kas geenides või kromosoomides.



5.7. Mutatsioonid tekivad iseenesest või põhjustavad neid erinevad mutageenid

Pärilik muutlikkus esineb kahe vormina – mutatiivse ja kombinatiivse muutlikkusena.

Mutatiivse muutlikkusega on tegemist siis, kui juhuslikud, tavaliselt väliskeskkonna mõjul toimuvad muutused ehk mutatsioonid muudavad geenide või kromosoomide struktuuri või kromosoomide arvu.

Mutatsioone põhjustavad erinevad tegurid ehk **mutageenid,** kuid need võivad organismides tekkida ka iseenesest. Mutageene saab jaotada kolme põhirühma: bioloogilised, keemilised ja füüsikalised. Tuntumad **bioloogilised mutageenid** on viirused, bakterite ja hallitusseente toksiinid, taimsed alkaloidid jne. **Keemiliste mutageenide** hulka kuuluvad tugevatoimelised alused ja happed, mitmesugused orgaanilised ühendid, osa olmekeemia tooteid, paljud ravimid. Ehkki kõiki keemilisi ühendeid testitakse hoolikalt enne nende ulatuslikku tootmist ja müügile saatmist, võivad nad vääral kasutamisel ikkagi mutatsioone põhjustada. **Füüsikalisteks mutageenideks** on kiirgused. Kõige tugevama mutageense toimega on radioaktiivne kiirgus, mõnevõrra nõrgem kahjulik mõju pärilikkusele on röntgen- ja ultraviolettkiirgusel.

Suurem osa mutatsioone on organismidele kahjulikud. Kõige sagedamini tekib vähese kahjuliku mõjuga mutatsioone. Tunduvalt vähem moodustub neutraalse või surmava toimega mutatsioone, kõige vähem on aga organismidele kasulikke mutatsioone. Viimaste näideteks on bakteritel tekkinud antibiootikumide lagundamisvõime ning kahjurite vastupidavus mürkkemikaalidele. Mutatsioonid võivad organismil avalduda tunnusena või püsida varjatult.

Kui mutatsiooni tagajärjel tekib dominantne geenialleel, siis avaldub organismil ka vastav muutunud tunnus. Kui muutus on toimunud retsessiivses geenialleelis ja kui organismis esineb sama geeni normaalne dominantne alleel, jääb mutantne tunnus avaldumata. Igal inimesel on mutantseid alleele, mis tavaliselt tunnusena ei avaldu, sest seda takistavad vastavad dominantsed alleelid.

Kuna enamik mutatsioone on kahjulikud, püüavad organismid neid kas kõrvaldada või nende tagajärgi leevendada. Organismides on kaitsesüsteemid, mis tegelevad DNA vigade otsimise ja kõrvaldamisega. Vananemisel nende süsteemide tõhusus langeb ja nii avaldavad sagedamini ka juhuslikud vead pärilikkussüsteemis. See on üks põhjus, miks paljud vanemad inimesed haigestuvad mutatsioonidest põhjustatud kasvajatesse. Kui mutatsioonid tekivad inimese sugurakkudes, päranduvad need järglastele. Inimese keharakkudes toimunud mutatsioonid järgmisse põlvkonda ei pärandu.

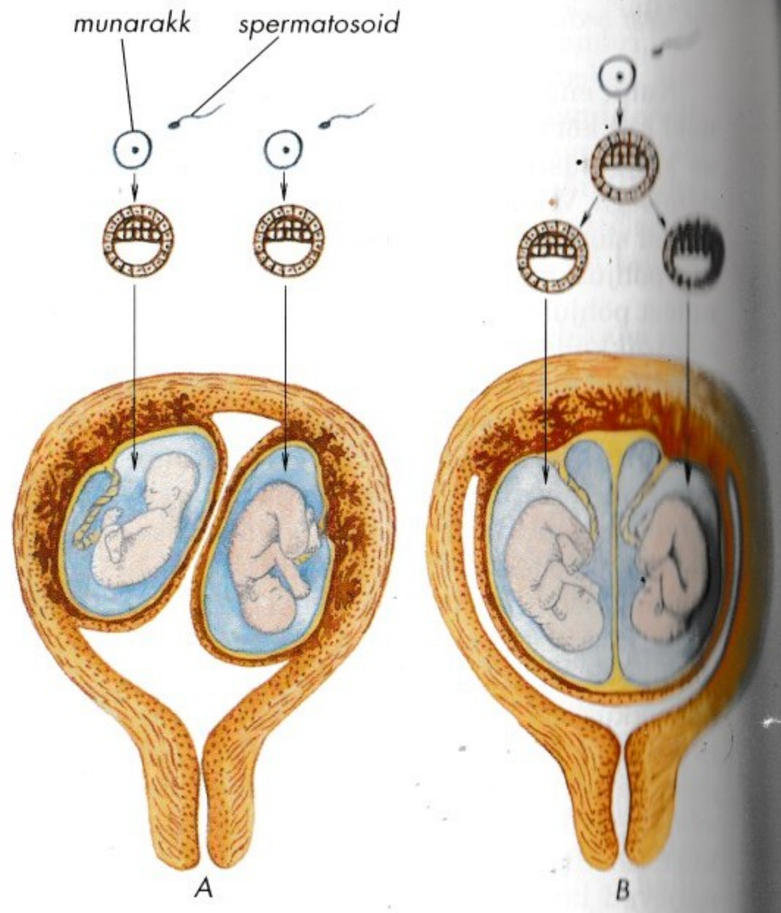
Teine päriliku muutlikkuse vorm – kombinatiivne muutlikkus – on kõige rohkem levinud suguliselt paljunevatel organismidel. Sugulisel paljunemisel toimub meioosis geenide ümberkombineerumine. Selle tulemusena saadakse erineva pärilikkusega sugurakud. Iga suguliselt paljuneva organismi sugurakk on erineva pärilikkusega. Viljastumisel ühinevad isas- ja emassugurakud, millega kaasneb samuti geenide kombineerumine. See suurendab veelgi pärilikku kombinatiivset muutlikkust. Kombinatiivse muutlikkuse tõttu sarnanevad lapsed ühtede tunnuste poolest rohkem emaga, teiste tunnuste poolest aga isaga. Kunagi pole lapsed oma vanemate täpsed koopiad.

5.8. Kombinatiivse muutlikkuse tõttu ühe pesakonna hiired olla erinevad

Nagu eelnevast teame, **kujunevad organismide tunnused geenide ja keskkonna koostoimel.** Elu jooksul võivad tunnused mõningal määral muutuda. See on **mittepärilik muutlikkus.** Inimesel on tunnuseid, mis muutuvad palju, näiteks pikkus, kehakaal, tihasjõud jne. Osa tunnuseid, nagu silmade värvus või juuksekarva tahimõõt, muutub aga väga vähe. **Elu jooksul omandatud tunnused ei pärandu järglastele, kuid nad on vajalikud organismide kohanemiseks keskkonnatingimustega.**

Tunnuste kujunemisel on oluline neid esilekutsuva teguri mõju tugevus ja kestvus. Mida rohkem meie nahale ultraviolettkiirgust langeb, seda rohkem sünteesitakse nahas pigment melaniini ja seda tumedamaks nahk muutub. Ometi ei püsi kõik sellised tunnused muutumatult elu lõpuni. Treeningust loobumisel kaob varsti ka lihaste jõud ja vastupidavus. Talvekuudel, kui päikesekiirgust on vähe, muutub päevitunud nahk taas heledamaks.

Kuidas muutlikkuse erinevad vormid inimese kujunemist mõjutavad, näitab kõige paremini kaksikute võrdlus. **Kaksikud on kaks ühes emakas ühel ajal arenenud järglast.** Inimesel võib esineda kahte tüüpi kaksikuid – ühemunaraku ja erimunaraku kaksikuid.



5.9. Erimunaraku kaksikud (A) ja ühemunaraku kaksikud (B). Kaks munarakku viljastatakse kumbki ühe spermatosoidiga.

Ühemunaraku kaksikute korral viljastab üks spermatosoid ühe munaraku ning idulane jaguneb arengu algperioodil kaheks. Seda võib käsitleda kui vegetatiivset paljunemist. Mida varem lahknemine toimub, seda rohkem on kaksikute lootekestad lahus. Hilisemal lahknemisel on kaksikutel ühised lootekestad. Kummastki idulase lahknenud osast areneb uus organism. Need kaksikud on alati üht sugu, pärilikult ühesugused ja välimuselt lausa äravahetamiseni sarnased. Mida hilisemas arengujärgus idulane hakkab jagunema, seda suurem on tõenäosus, et see ei lähe lõpuni. Nii võivad sündida osaliselt lahknemata liitkaksikud ehk siiami kaksikud.

Erimunaraku kaksikute korral valmib korraga kaks munarakku, need viljastatakse eraldi, kumbki ühe spermatosoidiga. Erimunaraku kaksikud võivad olla kas samast või erinevast soost, kuid pärilikkuselt on nad alati erinevad. Välimuselt sarnanevad nad teineteisega nagu tavalised ühe perekonna lapsed.

Geneetikud on uurinud kaksikuid, et kindlaks teha, milline osa tunnuste kujunemisel on keskkonnal ja milline osa pärilikkusel. Erimunaraku kaksikute tunnuste erinevused on põhjustatud nii pärilikust muutlikkusest kui ka keskkonnatingimuste mõjust. Ühemunaraku kaksikute erinevused on tingitud aga ainult keskkonna mõjust, sest nende geenid on ühesugused.

5.10. Kui ühemunaraku kaksikute korral idulane jaguneb liiga hilja, sünnivad siiami kaksikud

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on mutatsioon, kombinatiivne muutlikkus, mittepärilik muutlikkus?
2. Kuidas kujuneb kombinatiivne muutlikkus?
3. Kuidas kujunevad organismi tunnused?
4. Milline võib olla mutatsioonide mõju organismile?
5. Võrrelge ühemunaraku ja erimunaraku kaksikuid.
6. Miks on kaksikud hea uurimisobjekt meditsiinigeneetikas?

KOKKUVÕTE

Muutlikkus põhjustab organismide erinevusi. Eristatakse pärilikku ja mittepärilikku muutlikkust. Pärilik muutlikkus jaguneb mutatiivseks ja kombinatiivseks muutlikkuseks. Mutatsioonid tekivad kas iseenesest või mutageenide tagajärjel. Mutatsioonid on organismile tavaliselt kahjuliku mõjuga. Kombinatiivne muutlikkus tekib pärilikkusstruktuuride (geenide) kombineerumisel sugurakkude valmimisprotsessis (meioosis) ja viljastumisel. Kombinatiivne muutlikkus moodustab päriliku muutlikkuse põhilise osa ja tagab, et kõik sugulisel paljunemisel moodustunud järglased on erineva pärilikkusega. Mittepärilik muutlikkus kujuneb välja organismi geenide ja keskkonnatingimuste mõjul. Mittepärilikud muutused ei pärandu järglastele.

5.3. Organismide paljunemisviisid ja muutlikkus

Paljunemine on kõikidele organismidele iseloomulik üldine eluavaldus, mis kindlustab arvukuse suurenemise ja liigi säilimise. Organismid paljunevad kas **suguliselt** või **mittesuguliselt.** Mittesuguline paljunemine võib omakorda toimuda kahel viisil: **vegetatiivselt või eoseliselt.** Vegetatiivne paljunemine on levinud bakteritel ning ka taime-, seene- ja loomariigis. Vegetatiivselt võivad paljuneda üherakulised ja ka hulkraksed organismid. Üherakulistel organismidel toimub kas **pooldumine, pungumine või hulgijagunemine.**

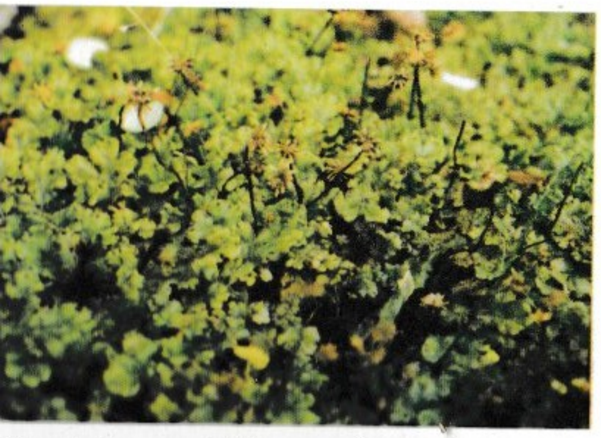
Hulgijagunemisel *jaotub rakutuum mitmeks osaks, hiljem jaguneb vastavalt ka kogu moodustunud paljutuumne rakk. Selline paljunemisviis on iseloomulik algloomadele, näiteks malaaria tekitajale.*

Ka hulkraksetel loomadel esineb vegetatiivne paljunemine, näiteks jagunemine, pungumine.

Ainuõõssetel, hulkharjas-ussidel ja okasnahksetel jaguneb vanemorganismi keha iseeneslikult mitmeks osaks ning igast osast kujuneb puuduvate kehaosade taastumisel terviklik organism.

Ka inimese ühemunaraku mitmikute arenemist võib vaadelda vegetatiivse paljunemisena. Sellele eelneb suguline paljunemine, st munaraku viljastamine spermatosoidiga. Viljastatud munarakust arenenud idulase (embrüo) jagunemine mitmeks osaks on aga juba vegetatiivne paljunemine. Igast tekkinud idulase osast kujuneb hiljem loode. Sõltuvalt sellest, mitmeks osaks idulane jaguneb, sünnivad kaksikud, kolmikud jne.

Taimede vegetatiivne paljunemine on mõnevõrra teistsugune, võrreldes loomadega. Katteseemnetaimed paljunevad kasvuorganitega või nende osadega, näiteks juurevõsudega (sirel, põldohakas), lehtedega (naasjürilill), võsunditega (maasikas). Eriti sagedaseks vegetatiivse paljunemise viisiks on paljunemine muundunud vegetatiivsete organite, nagu risoomi (naat, nõges), mugulate (kartul), sibulate (tulp, küüslauk) ja sigikehade abil (penikeeled, pung-kirburohi).



11. Maksasamblal on vegetatiivseks paljumiseks sigikehad

Sigikehad on varre ja lehtedega taimekesed või pungad, mis vanemtaimest eraldudes alustavad iseseisvat arengut ja kasvu.

Kokkuvõtlikult võib vegetatiivse paljunemise kohta öelda järgmist. Esiteks, vegetatiivne paljunemine on looduses **vanim paljunemisviis.** Teiseks, vegetatiivsel paljunemisel tekkinud organisme iseloomustab **väga vähene pärilikku muutlikkuse** aste. Tavaliselt on vegetatiivsel paljunemisel moodustunud järglaskond **pärilikkuselt ühesugune.** Kolmandaks, vegetatiivsel paljunemisel osaleb **üks vanemorganism**, selle paljunemise korral **ei toimu sugurakkude valmimist ega ka viljastumist**. Neljandaks, vegetatiivne paljunemine on suhteliselt **kiire paljunemisviis,** mis lühikese ajaga loob ulatusliku ja suurearvulise järglaskonna.

Teine mittesugulise paljunemise viis on paljunemine eostega. See paljunemisviis on levinud osal algloomadel, seentel ja taimedel. Eostega paljunemise eelduseks on paljude eoste teke ühel organismil. **Eosed on erilised üherakulised struktuurid, mida katab paks kest.** Ka eostega paljunemisel võib osaleda ainult üks vanemorganism. Vegetatiivse paljunemisega võrreldes on eostega paljunemisel pärilikku muutlikkuse aste suurem. Põhjus on selles, et eoste pärilikkusaines võivad toimuda juhuslikud muutused ning eostes toimub ka pärilikkuskandjate ümberkombineerumine (meioos). Järelikult on eoselise paljunemise korral järglased vanemorganismist pärilikelt omadustelt erinevad.

5.12. Eostega paljunemisel on p muutlikkuse aste suurem kui vegeta paljunemisel

Hilistekkelisem paljunemisviis on suguline paljunemine. Selle paljunemisviisi korral on järglaste muutlikkuse aste kõige suurem. Sugulisel paljunemisel on üldjuhul vaja **kahte eri soost vanemorganismi**. Isasorganismid toodavad isassugurakke ehk spermatosoide. Need on väikeste mõõtmetega, vähese varuaine-te kogusega, aktiivselt liikuvad sugurakud. Emasorganismides valmivad aga munarakud. Munarakud on suuremõõtmelised, rohkelt varuaineid sisaldavad, väheliikuvad sugurakud. Uue organismi kujunemiseks on vajalik sugurakkude ühinemine ehk **viljastumine**. Selleks et vältida pärilikkustruktuuride (kromosoomide arvu) kahekordistumist iga viljastumise ajal, toimub sugurakkude valmimisel eriline jagunemine – **meioos. Meioos on rakkude jagunemisviis, mille tulemusena kromosoomide arv moodustuvates tütarrakkudes on**

5.13. Sugulisel paljunemisel on kuse aste kõige suurem

vähenenud poole võrra. Meioosi käigus toimub kaks olulist protsessi. Esiteks, pärilikkusaine sisaldus sugurakkudes väheneb poole võrra, võrreldes keharakkudega. Teiseks, meioosis toimub ka ulatuslik pärilikkusstruktuuride ümberkombineerumine. **Selle tulemusena on kõik ühe isendi sugurakud erineva pärilikkusega.** Viljastumisel toimub emas- ja isassuguraku ühinemine ning viljastatud munarakus on pärilikkusaine hulk taastunud. Viljastumisel suureneb päriliku muutlikkuse aste veelgi, sest järglased saavad kromosoome mõlemalt vanemalt. Sugulisel paljunemisel erinevad järglased pärilikelt omadustelt vanematest. Selles on lihtne veenduda, kui vaadelda näiteks ühe perekonna samast soost lapsi. Nad erinevad pikkuselt, kehakaalult, näojoontelt, õppimisvõimelt jne.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on paljunemine, eos, meioos?
2. Võrrelge mittesugulist ja sugulist paljunemist.
3. Nimetage erinevaid vegetatiivse paljunemise viise.
4. Milles avaldub vegetatiivse paljunemise bioloogiline eripära?
5. Mis soodustab eoste levikut?
6. Millised eelised (erinevused) on sugulisel paljunemisel, võrreldes vegetatiivsega?

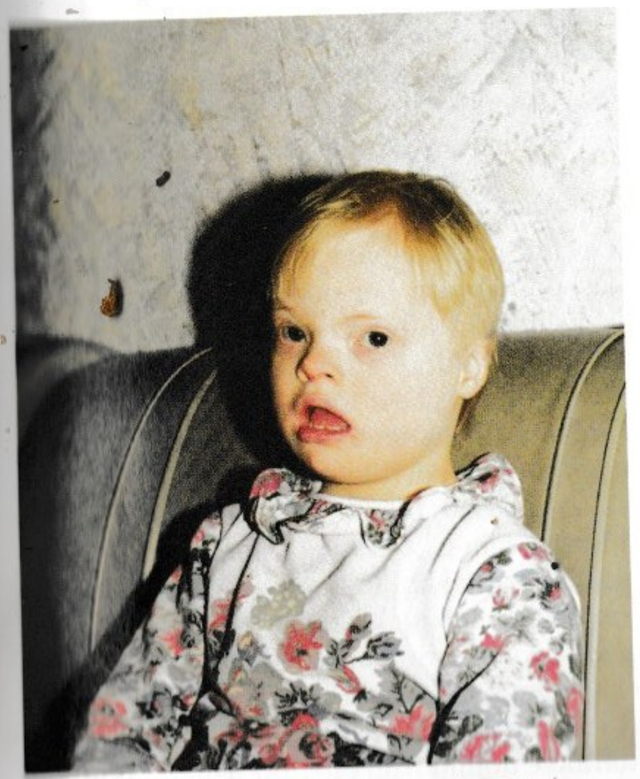
KOKKUVÕTE

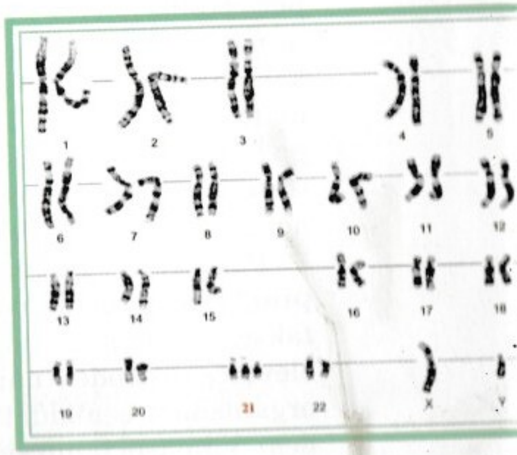
Organismid võivad paljuneda mittesuguliselt või suguliselt. Mittesuguline paljunemine omakorda jaguneb vegetatiivseks ja eoseliseks. Vegetatiivne paljunemine on kõige vanem paljunemisviis, mille korral päriliku muutlikkuse aste on minimaalne. Ainsaks muutlikkuse allikaks on paljunemisüksustes toimuvad mutatsioonid. Eoselisel paljunemisel päriliku muutlikkuse aste suureneb, sest eostes toimub pärilikkusstruktuuride ümberkombineerumine, millele võivad lisanduda ka mutatsioonid. Kõige suurem päriliku muutlikkuse aste iseloomustab sugulist sigimist. Sugurakkude valmimisel toimub meioosis geenide ümberkombineerumine, mille tulemusel iga sugurakk kannab erinevat pärilikku informatsiooni. Sugurakkude ühinemine viljastumisel suurendab pärilikku muutlikkust veelgi. Sel põhjusel ongi sugulisel paljunemisel kõik järglased ükstei-sest erinevad.

5.4. Pärilikud haigused

Pärilikke haigusi põhjustavad mutatsioonid. Mutatsioonid võivad toimuda nii geenidega kui ka kromosoomidega, kusjuures muutuda võib nii kromosoomide struktuur kui ka arv. **Mutatsioonide tagajärjel võivad tekkida ainevahetushaigused, väärarendid ja arengupuuded ning kasvajad.** Enamik pärilikke haigusi kandub suguvõsas vanematelt järglastele, kuid on ka uustekkelisi haigusi (põhjustatud vanemate sugurakkudes tekkinud mutatsioonidest). Pärilikud haigused ilmnevad kas kohe pärast sündi või avalduvad hiljem kas lapse- või täiskasvanueas.

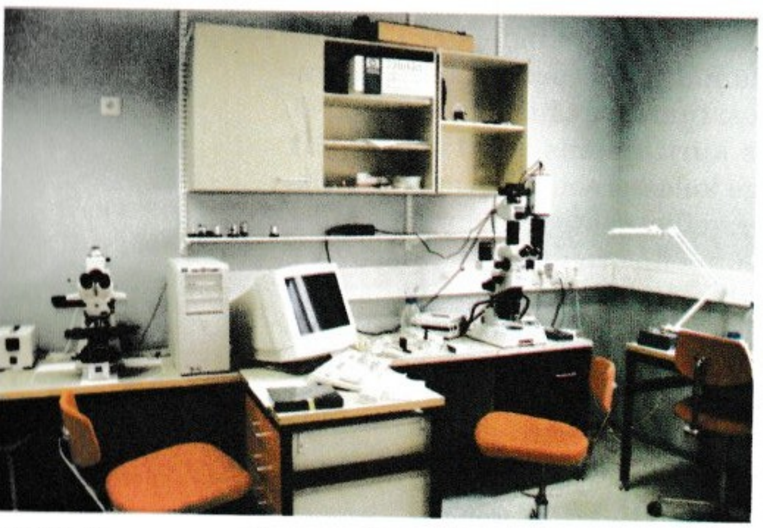
Kõige rohkem pärilikke haigusi tekitavad **vigased geenid**. Selliseid haigusi võivad põhjustatud kas üks kindel geen (monogeensed haigused) või mitu muutunud geeni (polügeensed haigused). Monogeenseid pärilikke haigusi tuntakse tänapäeval üle 6000. Sellesse rühma kuuluvad näiteks kurttummus, veritsustõbi ehk hemofiilia, naha soomustõbi, kõrge kolesteroolitase veres jne. Polügeenseid haigusi on mitusada ja selliste haiguste hulka kuuluvad näiteks kõrgvererõhktõbi, skisofreenia, reuma, suhkurtõbi jne. Nende haiguste avaldumine sõltub oluliselt keskkonnast, st sellest, millistes tingimustes inimene elab, mida ta sööb, millistes oludes töötab jne. Seetõttu nimetatakse neid ka päriliku eelsoodumusega haigusteks.





5.14. Downi haigel on ülearu üks 21. kromosoom

Kromosoomhaigusi põhjustab kromosoomide struktuuri või arvu muutumine. Võrreldes geenhaigustega on neid tunduvalt vähem, kuid nende tagajärjed on organismile palju ulatuslikumad, sest muutused haaravad korraga paljusid geene ning tekitavad seetõttu organismis suuremaid häireid. Enamik kromosoomhaigusi põhjustab raskeid arenguhäireid, viljatust või varast surma. Mida hilisemas eas naine sünnitab, seda suurem on ka risk pärilikkusest tingitud väärarenguga lapse sünniks. Põhjuseks on see, et vananemisel suureneb munarakkudes mutatsiooni tekkimise tõenäosus. Levinum kromosoomhaigus on Downi tõbi. Sellisel juhul on lapsel kokku 47 kromosoomi, sest 21. kromosoomi on kolm. Need liigse kromosoomiga haiged on lühikest kasvu, mongoliidsete näojoontega, vaimse arengupeetusega ning keskmisest lühema elueaga.



5.15. Kromosoomide arvu ja struktuuri uuritakse rakkudes mikroskoobiga

Pärilike haiguste diagnoosimiseks uuritakse haige suguvõsa, tema rakkude ehituse ja ainevahetuse iseärasusi ning kromosoome ja DNA-d. Suguvõsa uuringuteks koostatakse sugupuu. See võimaldab üldjoontes kindlaks teha haiguste edasikandumise seaduspärasused ning ennustada ka haige järglase sünni riski. Kromosoomide arvu ja struktuuri uuritakse rakkudes mikroskoobiga. Geenmutatsioone saab aga tuvastada DNA analüüsi abil. Tänapäevaste DNA uurimismeetoditega võib päriliku haiguse avastada isegi enne haigustunnuste ilmnemist. See võimaldab rakendada ennetavat ravi, mis annab paremaid tulemusi.

Pärilike haiguste raviks on tänapäeval mitmeid võimalusi. **Asendusravi** seisneb kas puuduvate hormoonide või ensüümide perioodiliselt organismi viimises. Näiteks suhkurtõve põdevatele inimestele süstitakse insuliini. Pärilike ainevahetushäirete korral kasutatakse **dieetravi** – loobutakse sellest toiduainest või toitainest, mida organism ei suuda omastada või lõhustada. **Kirurgilist raviga** saab kõrvaldada või korrigeerida pärilikke väärarenguid näiteks sõrmede või näo muutusi. Isikud, kellel kõik meeleelundid ei talitle normaalselt või kes on vaimse arengu puudega, saavad **eriõpetust**.

Paljulubav tulevikusuund pärilike haiguste ravis on **geeniteraapia.** Geeniteraapia põhimõte seisneb selles, et organismis asendatakse vigane geen normaalsega. Geene võib asendada organismis olevates rakkudes (näiteks kopsukoe, lihaskoe ja närvirakkudes) või organismist eemaldatud rakkudes (vere-, luuüdi- ja maksarakkudes). Viimasel juhul siirdatakse uuendatud pärilikkusega rakud hiljem organismi tagasi.

Pärilike haiguste profülaktika seisneb eeskätt **mutageenide vältimises**. Eriti oluline on see noorte inimeste ja eriti naiste puhul, sest naistel uusi sugurakke eluea jooksul juurde ei moodustu, toimub vaid olemasolevate sugurakkude arenemine ja valmimine. Oluline on ka **hoidumine sugulusabieludest**, mis enamikus riikides on seadusega keelatud. Sugulusabieludest sündinud järglastel võivad suurema tõenäosusega avalduda muidu varjatult püsinud pärilikud haigused. Pärilikke haigusi aitab oluliselt vältida ka **sünnieelne diagnostika.** Sünnieelse diagnostika abil saab lootel tuvastada nii kromosoom- kui ka geenhaigusi. Selleks uuritakse loote rakke. Loote rakkude hankimiseks on kaks võimalust. Proov võetakse lootevedelikust, kuhu on eraldunud üksikuid looterakke. Proovi võib võtte ka lootekesta lootepoolsest osast. Eraldatud looterakke kasvatatakse spetsiaalsetel toitesegudel ning uuritakse nende geene, kromosoome ja ensüüme. Kui avastatakse kõrvalekalded areneva organismi pärilikkuses, on võimalik rasedus kas katkestada või alustada ennetavat ravi.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on geeniteraapia, Downi tõbi, sünnieelne diagnostika?
2. Võrrelge geen- ja kromosoommutatsioonidest põhjustatud pärilikke haigusi?
3. Mida uuritakse pärilike haiguste diagnoosimiseks?
4. Milles seisneb pärilike haiguste profülaktika?
5. Kuidas toimub tänapäeval pärilike haiguste ravi?

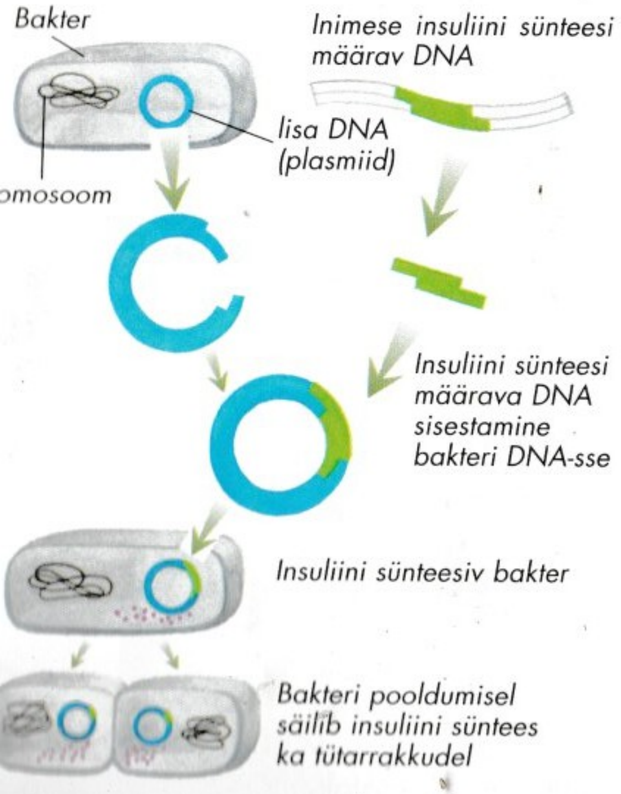
KOKKUVÕTE

Pärilikke haigusi põhjustavad mutatsioonid. Mutatsioonide tulemusena toimuvad muutused geenide ja kromosoomide ehituses või kromosoomide arvus. Mutatsioonide tagajärjel võivad inimesel tekkida ainevahetushäired, mitmesugused väärarendid või arengupuuded. Pärilike haiguste avastamiseks kasutatakse erinevaid diagnoosimeetodeid, millest tuntumad on sünnieelne diagnostika, DNA ja kromosoomide ehituse uurimine ja sugupuu meetod. Pärilikest ainevahetushäiretest põhjustatud haigusi saab ravida ka asendus- või dieetraviga. Mõnikord saab pärilikke väärarenguid kõrvaldada kirurgiliselt. Arengupuuete leevendamiseks kasutatakse spetsiaalset eriõpetust. Perspektiivne tulevikusuund pärilike haiguste ravis on geeniteraapia, mille põhimõte rajaneb vigase geeni asendamisel normaalsega.

5.5. Muudetud pärilikkusega organismid

Alates maaharimise ja karjakasvatuse algusest on inimene kas rohkem või vähem teadlikult püüdnud organisme lähtuvalt enda huvidest muuta. Kui algul olid need katsetused juhusliku iseloomuga, siis tänapäevaks on välja kujunenud lausa uued tehnoloogiad. Pärilikkuse, kromosoomide, geenide ja DNA avastamine ning tundmaõppimine on organismide omaduste muutmiseks pakkunud üha rohkem võimalusi.

Kõige lihtsamalt saab organismide pärilikkust muuta mutatsioonidega. Selleks mõjutatakse organisme teadlikult tugevatoimeliste mutageenidega, näiteks erinevate kiirguste või keemiliste ühenditega. Mutageenide toimel muutub DNA koostis. Paljud pärilikkuse tasandil toimunud muutused avalduvad ka organismi tunnuste või omaduste muutustena. Kuid sellisel meetodil on ka rida puudusi. Esiteks, mutatsioonid tekivad juhuslikult ja nii ei saa soovitud omadustega organismide teket ette planeerida. Teiseks, ühe kasuliku mutatsiooni saamiseks tuleb mutageenidega mõjutada väga paljusid isendeid. Kolmandaks, paljud mutatsioonid mõjutavad organisme niivõrd, et nad ei suuda enam normaalsel viisil elada ega järglasi anda. Neljandaks, sageli võivad toimuda pöördmutatsioonid, mis taastavad pärilikkuse esialgse oleku ja saavutatud kasulik omadus lihtsalt kaob. Arvestades kõike eeltoodut on selge, et kõige paremini saab mutageenidega mõjutada mikroorganisme.



17. Bakteri rõngaskromosoomi viiakse inimese suliini sünteesi määravad geenid, need bakterid kkavad tootma insuliini

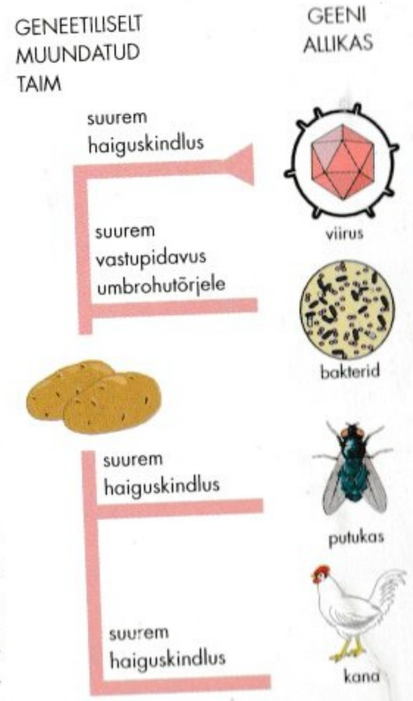
Mikroobid on bioloogiliselt lihtsad organismid, nad paljunevad kiiresti, neil esineb peamiselt mittesuguline sigimine ja nende hind on suhteliselt odav. Mikroobide muutlikkuse kunstlik suurendamine annab suurema võimaluse nende kunstlikuks valikuks. Saadud mutantseid organisme võrreldakse teatud tunnuse suhtes. Sobivate omadustega organismid eraldatakse ja neid saab erinevatel eesmärkidel kasutada. Nii on saadud selliseid mikroobe, kes käärimisel toodavad kiiremini ja rohkem alkoholi või eritavad kasvukeskkonda hulgaliselt antibiootikume.

Teiseks võimaluseks organismide pärilikkust muuta on **tehnogeneetika. Tehnogeneetika kasutab DNA siirdamist organismide pärilikkuse muutmiseks. Selle tagajärjel luuakse uute pärilike omadustega organisme.** Muudetud pärilikkusega organismile on kas lisatud teatud geene või mõnede temas leiduvate geenide toime peatatakse. Ka selles valdkonnas algasid edukad katsed kõigepealt bakteritega. Nii viidi bakterisse (soolekepike) inimeselt eraldatud geenid, mis määrasid insuliini sünteesi. Insuliin on hormoon, mis mõjutab süsivesikute ainevahetust. Tehnogeneetiliselt muudetud pärilikkusega bakterid hakkasid sünteesima insuliini. Insuliini sünteesivõime säilis ka nende bakterite paljunemisel moodustunud tütarrakkudel. Sel moel toodetud insuliin on diabeetikutele eriti sobiv, sest selle valmistamine lähtub inimese insuliini sünteesi määravatest geenidest. Erinevalt teiste imetajate kõhunäärmest eraldatud insuliinist, sellel hormoonil kõrvaltoimeid ei ole. Muudetud pärilikkusega mikroorganisme kasutatakse veel näiteks juustude tootmisel ja teatud õllesortide valmistamisel.

Tehnogeneetika edusammud võimaldavad nüüdisajal luua ka muudetud pärilikkusega ehk transgeenseid taimi ja loomi. **Transgeensete taimede ja loomade pärilikkust on muudetud sellega, et neisse on viidud teiste organismide geene.** Esimene transgeenne loom loodi USA-s ja selleks oli hiir, kellesse viidi inimahvi geen. See geen hakkas hiire organismis küll toimima, kuid ei pärandunud järglastele edasi.Hiljem suudeti luua sellised transgeensed hiired, kes pärandasid võõrad geenid ka oma järglastele. Miks viiakse ühe organismi geene teise organismi? Sellise tehnoloogiaga proovitakse lahendada mitmeid väga olulisi probleeme. Esiteks tõsta kultuurtaimede haigustekindlust. Kui tänapäeval kasutatakse haiguste ja parasiitide tõrjeks ohtralt mürkkemikaale, siis transgeensed taimed suudavad ennast ise kaitsta. Näiteks on viidud taimedesse loomade geene, mis aitavad loomadel võidelda viirushaiguste vastu. Juhul kui need geenid transgeenses taimes töötavad, siis hakkab taim tootma valke, see aga suurendab taime kaitsevõimet viirushaiguste vastu.

Transgeenseid loomi saab kasutada näiteks mudelitena inimestel esinevate pärilike haiguste uurimiseks. Nii saab transgeensete hiirte abil välja selgitada pärilike haiguste arengut ja haigustunnuste järkjärgulist avaldumist erinevates organites. Suurt huvi äratas ka niinimetatud transgeensete „superloomade" loomise võimalus. Idee sündis sellest, et hii-

5.18. Muudetud pärilikku hiired Tartu ülikooli geenit loogia laboris



5.18. Transgeensete taimede saamiseks soovitud tunnuseid määrav geen teisest nismist taime

re organismi siirdati roti kasvuhormooni sünteesi määrav geen. Et sellistes hiirtes suurenes kasvuhormooni süntees, siis kasvasid nad tavalistest hiirtest umbes kaks korda suuremaks. Sellest lähtuvalt prooviti saada ka transgeenseid lehmi, lambaid, sigu ja kalu. Rohkesti kasvuhormooni sünteesivad transgeensed sead kasvasidki võrreldes tavaliste sigadega väga kiiresti, kuid neil avaldusid ka mitmed ebasoodsad kõrvalnähud. Kasvuhormooni liigne hulk häiris ohtliselt sigade üldist ainevahetust. Loomad olid sageli suguvõimetud ja kummalise käitumisega ning põdesid mitmeid haigusi.

Tänapäeval pööratakse üha rohkem tähelepanu transgeensetelt organismidelt saadud toiduainetele. Niisuguse toidu pooldajad väidavad, et sellises toidus peaaegu pole taimekaitsemürke, samas olevat toiduained tervislikumad, maitsvamad ning odavamad. Lisaks rõhutatakse transgeensete organismide osatähtsust nii keskkonnasaastuse vähendamisel (põllumajandusmürke kasutatakse vähem) kui ka inimkonna toitmisel (saagikus suureneb). Geneetiliselt muundatud toidu vastased aga rõhutavad oma vastuväidetes eetikaprobleeme (kas taim on ikkagi taim, kui temas on looma geenid ja valgud) ja transgeense toidu võimalikku kahjulikku mõju nii inimeste tervisele kui ka keskkonnale. Seetõttu on mõistetav, miks transgeensete organismide kasvatamisele seatakse paljudes riikides piiranguid. Samuti nõutakse geneetiliselt muundatud toiduainete eraldi märgistamist, selleks et tarbija teaks, mida ta sööb.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on tehnogeneetika, mis transgeenne organism?
2. Võrrelge geneetiliselt muundatud toidu eeliseid ja puudusi.
3. Miks kutsutakse mutatsioone kunstlikult esile just mikroobidel?
4. Milleks kasutatakse transgeenseid taimi ja loomi?

KOKKUVÕTE

Inimene kasutab enda huvides paljusid erinevaid organisme. Selleks, et muuta nende organismide huvipakkuvaid tunnuseid, tuleb sageli alustada organismide pärilikkuse muutmisest. Kõige lihtsamalt saab organismide pärilikkust muuta kunstlikult esilekutsutud mutatsioonidega. Kaasaegsem meetod pärilikkuse muutmiseks on tehnogeneetika. Tehnogeneetika kasutab ühe liigi DNA siirdamist teise liigi organismidele. Tehnogeneetiliselt saadud uute omadustega organisme vajatakse meditsiinis, põllumajanduses ja toiduainetööstuses. Et tegemist on suhteliselt uudse tehnoloogiaga, mis muudab inimeste traditsioonilisi arusaamu bioloogiast, siis on tehnogeneetikal nii pooldajaid kui ka vastaseid.

6. Organismide aine- ja energiavahetus

6. Organismide aine- ja energiavahetus

Kõik organismid on avatud süsteemid. Nad vahetavad keskkonnaga ainet, energiat ja infot. Looduses esinevates **aineringetes toimub pidev keemiliste elementide ringlus** eluta loodusest organismidesse ja neist tagasi eluta loodusesse. Toitumisel jõuavad keemilised elemendid eluta loodusest organismidesse. Organismide elutegevuse jääkide eritumisel ning surnud organismide lagunemisel vabanevad keemilised elemendid, mis lähevad jällegi eluta looduse koostisse. Osa orgaanilist ainet jääb aga lagunemata ja ladestub. Nii on moodustunud näiteks kivisüsi, nafta, turvas jt orgaanilistest ühenditest koosnevad maavarad.

Ainevahetuseks nimetatakse kõiki organismis toimuvaid keemilisi muutusi (protsesse), mille kaudu organism on seotud ümbritseva keskkonnaga ja mis võimaldavad tema elutegevust. Ainevahetusel põhinevad kõik eluavaldused, näiteks kasvamine, paljunemine, liikumine jne. Toitumisel saavad kõik organismid väliskeskkonnast eluks vajalikke aineid. Neist sünteesib iga organism uued kehaomased orgaanilised ained (valgud, rasvad, süsivesikud jt), mida kasutatakse rakkude ehitamiseks ja muuks elutegevuseks. Tekkinud jääkained eritatakse keskkonda.

Organismide ainevahetuses saab eristada kahesuguseid omavahel seotud, kuid vastandlikke reaktsioone: sünteesireaktsioonid (assimilatsioon) ja lõhustumisreaktsioonid (dissimilatsioon).

Sünteesireaktsioonideks on vaja ainet, energiat ja ensüüme. Sünteesireaktsioonides toimub organismile vajalike ja omaste ainete süntees. Nendest omakorda moodustuvad rakud, koed ja organid. **Lõhustumisreaktsioonides** toimub toiduga saadud ainete lõhustamine väiksemateks koostisosadeks – lihtsamateks ühenditeks. Organism lagundab ka oma koostismolekule, mida ta enam ei vaja. Lõhustumisel moodustuvad lihtsamad ühendid ja keemiliste sidemete lõhkumisel eraldub energia. Suur osa energiast hajub soojusena, kuid osa sellest talletatakse. Salvestatud energiat saavad organismid kasutada sünteesireaktsioonides, liikumisel, temperatuuri säilitamisel ja mujal elutegevuses. **Sünteesi- ja lõhustumisreaktsioonid on organismides tavaliselt tasakaalus.** Noores kasvavas organismis on ülekaalus sünteesireaktsioonid. Toidupuuduse, nälgimise, vananemise ja haiguste korral toimub organismis rohkem lõhustumisreaktsioone.

6.1. Rohelised taimed on autotroofid – esmase orgaanilise aine tootjad

Elusloodus ajaloolise arengu jooksul on välja kujunenud kaks põhilist ainevahetustüüpi: autotroofne ja heterotroofne.

Autotroofid on organismid, kes sünteesivad eluks vajalikke orgaanilisi ühendeid (süsivesikuid, valke, rasvu, vitamiine jne) lihtsatest anorgaanilistest ühenditest (CO_2, H_2O ja mineraalsoolad), kasutades kehavälist energiaallikat. Enamik autotroofe – rohelised taimed ja osa baktereid – saab vajaliku energia Päikese valguskiirgusest.

Autotroofidel on väga suur bioloogiline tähtsus. Taimed on esmase orgaanilise aine tootjad, mida tarbib enamik teisi organisme. Samuti kasutavad autotroofid põlemisel, hingamisel ning käärimisel keskkonda erituvat süsihappegaasi, vältides nii selle kuhjumist. Maa ajaloolises arengus kindlustas taimne fotosüntees gaasilise hapniku ilmumise atmosfääri. Hapnikust moodustus ultravioletkiirguse eest kaitsev osoonikiht, mis lubas organismidel asustada ka maismaa. Enne osoonikihi kujunemist levis elu vaid vees, sest vesi kaitses piisavalt ultraviolettkiirguse eest.

Heterotroofid on organismid, kes oma keha ülesehitamiseks kasutavad väliskeskkonnast toiduga saadavat orgaanilist ainet, mis esmalt lõhustatakse lihtsamateks molekulideks ja seejärel sünteesitakse nendest organismile vajalikke ühendeid. Elutegevuseks vajaliku energia saavad heterotroofid peamiselt toidus sisalduvate orgaaniliste ainete lõhustamisest. Heterotroofsete organismide hulka kuuluvad loomad, sealhulgas ka inimene, seened, klorofüllita taimed ja enamik baktereid. Heterotroofse ainevahetustüübi korral suureneb organismide sõltuvus toitainetest ja nende kvaliteedist. Niipeavad loomad toiduga kindlasti saama kindlaid valke (aminohappeid), rasvu (rasvhappeid) ning vitamiine, sest ise nad kõiki neid ühendeid sünteesida ei suuda. Puuduvate sünteesiprotsesside arvelt säästavad heterotroofid 10–15% energiat. Kokkuhoid tuleb lähteainete, ensüümide ja ainevahetusreaktsioonide puudumisest.

6.2. Seened on heterotroo kes kasutavad väliskeskkon toiduga saadavat orgaa ainet oma keha ülesehitamis

6.3. Ka klorofüllita seenl heterotroof

6.4. Huulhein toitub kahel toodab fotosünteesil esmas gaanilisi aineid ning kasu teisi organisme, nt kärbseid

Evolutsiooni käigus on välja kujunenud ka kolmas ainevahetustüüp – miksotroofia. *Sellise ainevahetustüübi puhul võivad organismid käituda vastavalt keskkonnatingimustele kas autotroofidena või heterotroofidena. Selline on näiteks roheline silmviburlane. Valguse käes roheline silmviburlane fotosünteesib, pimeduses aga talitleb heterotroofina. Vaatamata miksotroofia näilisele universaalsusele, on selline ainevahetustüüp looduses siiski suhteliselt vähe levinud.*

Hapniku tarbimise järgi jagunevad organismid **aeroobideks ja anaeroobideks.** Aeroobid vajavad eluks hapnikku, anaeroobid aga ei vaja.

Elu algetappidel, kui hapnik keskkonnast puudus, toimus kogu ainevahetus **anaeroobselt ehk ilma hapnikuta.** Ka tänapäeval on säilinud anaeroobe. Nendeks on näiteks mõningad bakterid ja pärmseened. Paljud

hapnikuta keskkonnas elavad organismid saavad elutegevuseks vajalikku energiat kääritamisest. **Hapniku puudumisel lõhustatakse käärimisel lähteained vaid osaliselt ja seetõttu eraldub ka suhteliselt vähe energiat.** Tuntum käärimistüüp on alkoholkäärimine, mida kasutatakse veini ja õlle valmistamisel. Alkoholkäärimisel muudavad pärmseened suhkru alkoholiks, kusjuures eraldub süsihappegaas. Ka taigna kerkimisel toimub sama protsess, kuid sellisel juhul on oluline just süsihappegaasi eraldumine.

Anaeroobseid organisme elab veekogude põhjamudas, sügaval mullas, aga ka valmivas juustus ning seedekulglas.

Hapniku piisav olemasolu võimaldas üle minna **aeroobsele ehk hapnikuga ainevahetusele**. Aeroobsetes organismides lõhustuvad toitained hapniku kaasabil täielikult. Selle tulemusena tekivad vesi ja süsihappegaas ning eraldub märgatav hulk energiat. Energeetiliselt on aeroobne ainevahetus palju tulemuslikum ja kiirem, võrreldes anaeroobse ainevahetusega.

ÜLESANDED JA KÜSIMUSED

1. Mis on aineringe?
2. Selgitage sünteesireaktsioonide ja lõhustumisreaktsioonide erinevust.
3. Võrrelge auto- ja heterotroofe.
4. Millised on aeroobse ainevahetuse eelised anaeroobse ees?
5. Milleks kasutab inimene kääritamist?

KOKKUVÕTE

Kõik organismid vahetavad keskkonnaga ainet, energiat ja infot. Ainevahetusprotsesside abil on organism seotud ümbritseva keskkonnaga. Keskkonnast saavad organismid toitaineid ja eritavad sinna ainevahetusjääke. Kõikide organismide ainevahetuses saab eristada omavahel seotud vastandlikke reaktsioone: sünteese ja lõhustumisi. Evolutsiooni käigus on välja kujunenud kaks põhilist ainevahetustüüpi: autotroofne ja heterotroofne. Autotroofse ainevahetusega organismide põhiosa moodustavad fotosünteesivad taimed. Heterotroofse ainevahetusega on kõik seened ja loomad ning enamik baktereid. Ainevahetuse tulemuslikkus sõltub oluliselt hapnikust. Ilma hapnikuta toimuv ainevahetus ehk käärimine on aeglane ja energeetiliselt väheefektiivne. Aeroobne ehk hapnikuga ainevahetus tagab kiirema ja energeetiliselt kasulikuma ainevahetuse. Aeroobses ainevahetuses lõhustatakse toitained lõplikult, nii et moodustuvad süsihappegaas ja vesi.

7. Loomade infosüsteemid

7. Loomade infosüsteemid

Et elus edukalt toime tulla, vajavad loomad informatsiooni kesk konnatingimuste, toidu olemasolu ja selle kvaliteedi kohta. Infor matsiooni on neil vaja ka vastassugupoole, liigikaaslaste ning teiste loomade käitumisest. Loomad vajavad teavet ohust või selle saabu misest. Järgnevalt tutvume elusorganismide informatsiooni vastu. võtmise võimalustega. Tuletame meelde, kuidas saavad loomad tea da, mis nende ümber toimub ja kuidas neil tuleb käituda. Informat siooni vastuvõtmiseks on loomadel meeleelundid.

Meeleelund on keskkonnast ja organismist ärritusi vastuvõttev elund. Meeleelundid on kohastunud füüsikaliste (mehhaaniline toi me, valgus, heli, temperatuur) või keemiliste (lahustunud või gaasi listest ainetest põhjustatud) ärrituste vastuvõtmiseks. Meeleelun deid jaotatakse kompimis-, haistmis-, maitsmis-, kuulmis-, tasakaa lu- ja nägemiselunditeks.

Meeleelundite hulk ja ehituse keerukus sõltuvad looma arengu astmest ja eluviisist. Lihtsama ehitusega organismidel on ka lihtsa ma ehitusega meeleelundid. Arenenumatel loomorganismidel on meeleelundeid rohkem ja need on keerulisema ehitusega. Paremini on meeleelundid arenenud aktiivselt liikuvatel loomadel, sest ne mad vajavad rohkem informatsiooni ja peavad vastu võtma otsu seid kiiremini, võrreldes nende loomadega, kes liiguvad vähem või elavad kogu elu ühes kohas.

Liblikaröövikul on karvad vajalikud nii oimiseks kui ka kaitseks

Kompimine on informatsiooni hankimise kõige lihtsam viis. Kompimisel saadakse informatsiooni vahetu kontakti kaudu, st esemeid või objekte puudutades ehk kombates. Kõige lihtsam on kompida ümbrust või toiduobjekti kehapinnaga. Otsese kompimise abil saab loom väga täpset informatsiooni. Vahel ei ole see aga otstarbekas, sest informatsioon võib osutuda kasutuks. Nii on see näiteks siis, kui kompija puudutab röövlooma momendil, mil see teda haarata kavatseb. Saakloom võib aga otsest kontakti seostada läheneva ohuga ning põgeneda. Et saada infor matsiooni veidi eemalt ja ohutult, on loomadel kehapikendused – keha pin nalt väljaulatuvad harjased ja jätked ehk kombitsad. Nende abil on võimalik ümbrust kompida juba kaugemalt. See aitab aega võita ja õigel ajal otsustada ründamise või põgenemise kasuks. Kompimis meel on arenenud peaaegu kõikidel elusorganismidel, eriti nendel kellel puuduvad silmad. Lihtsa ehitusega hüdral on suu ümber pikad kombitsad, veel pikemad on need meduusidel. Kompeharjased etendavad tähtsat osa veekogude põhjamudas elavatel hulkharjas-ussidel, aga ka sellistel kõrgelt arenenud loomadel nagu imetajad. Viimastel tuleb sageli tegutseda pimeduses. Nii on enamikul imetajatest suu ümber pikad kompekarvad, näiteks kassidel vurrud. Süvavees elavatel kaladel on sageli üks, kuid väga pikk kompimisjätke.

Kompimisjätketel asuvad sageli ka keemilist ärritust vastu võtvad rakud. Nende abil saavad loomad infot keskkonna keemilise koostise kohta. Kompides on võimalik tajuda ja hinnata ka ümbritseva keskkonna ning objektide temperatuuri, külma ja kuuma. Kompimisel tekkinud valuaisting annab märku ohust. Temperatuuri ja valu taju ei ole kõigil elusorganismidel ühtemoodi arenenud.

Kalade kompimismeel on nõrgalt arenenud. Õnge otsa sattunud ja sealt pääsenud haug haarab uuesti õngekonksu küljest peibutist. Ka nõelatorkele reageerib kala loiult ega tee järske liigutusi. Tundlik on kalade suupiirkond. Sageli on selle läheduses kompimiseks lühikesed jätked – poised. Amazonase jões elav elektriangerjas saadab mudases vees orienteerumiseks kehast välja elektriimpulsse, mis on omamoodi kompimisvahenditeks. Avastanud läheduses kala, uimastab ta selle elektrilöögiga ja seejärel neelab alla. Lõgismadu kombib ümbrust soojuskiirgust tajuvate elundite abil, mis võimaldavad saaja asukoha kindlaks teha ka pimedas. Nahkhiired kombivad ümbrust ja otsivad saaki kehast väljasaadetud ja ümbritsevatelt objektidelt tagasipeegelduvate helilainete abil.

Maitsmismeel toimib otsese kontakti kaudu toiduga ja annab informatsiooni toidu väärtuse, selle söödavuse või mittesöödavuse kohta. Toitu haaratakse tavaliselt suuga, sellepärast asetsevad ka maitsetundlikud rakud suus või keelel. Mõned putukad, näiteks päevaliblikad ja toakärbes, tajuvad maitset jalgadega, vähid tundlatega, paljud kalad aga kogu keha pinnaga.

Kala maitsmismeel on magusa suhtes 500 ja soolase suhtes 200 korda tundlikum kui inimesel. Kibedat tajuvad kalad nõrgalt.

Haistmismeel võimaldab loomadel orienteeruda ja suhelda lõhnasignaalide abil. Haistmismeele abil tajutakse vee või õhuvooludega levivaid lõhnu, mis saabuvad

7.2. Tundlad on putukatel tähtsad mee elundid

7.3. Päevaliblikad tunnevad maitset jalgadega

4. Koeral on väga hea
istmine

. Hai tunneb vere lõhna
a kaugelt

Kuulmismeel on paremini
enud imetajatel ja lindudel

sageli üsna kaugelt. Haistmisel ei ole vaja otsest kon takti vastava objektiga. Loomal on rohkem aega ei sustada toidu sobivuse, põgenemise, ründamise või edasiliikumise üle. Eriti kiiresti levivad lõhnad tuuli se ilmaga. Loom tunneb lõhna juba kaugelt, kui ta asub lõhna eritava objekti suhtes allatuult. Vastutuult le vib lõhn halvasti ja loom tajub seda alles lõhnaallika vahetus läheduses. Maismaaloomadest on kõige pa rem haistmisvõime koeral. Inimesel on haistmismeel nõrgalt arenenud.

Hästi on haistmismeel arenenud maismaaimetaja tel ja nõrgalt lindudel. Seda seletatakse lindude kiire liikumisega, pealegi on kõrgel õhus lõhnasid vähe. Maismaal liiguvad loomad aeglaselt ning seisatavad sageli lõhna nuusutamiseks.

Madudel paikneb omapärane haistmiselund suu laes. Kaheharulise keelega maapinda kompides kle puvad keelele ka mitmesugused lõhnaained. Haistmi seks tõmbab madu keele suhu ja torkab haistmiselun disse. Veeloomadest tunnevad hästi lõhna haid ja pi raajad. Verelõhna tunnevad nad kuni 5 km kauguselt.

Kuulmismeel võimaldab tajuda helisid, mida te kitavad teised organismid ja eluta keskkond, näiteks õhu ja vee liikumine, mööda maapinda veerevad või vette kukkuvad esemed. Helisignaale võetakse vastu spetsiaalsete kuulmiselunditega. Üldiselt asuvad kuul miselundid peas. Ka kuulmismeel ei ole arenenud kõi gil loomadel võrdselt, kõige täiuslikumad kuulmiselun did – kõrvad – on imetajatel. Hästi on arenenud kuul mismeel lindudel, neil on helisignaalid peamiseks suht lemisvahendiks.

Selgrootutel loomadel on kuulmiselundid üldiselt vähe arenenud või puuduvad üldse. Erandiks on putu kad. Tavaliselt asuvad nende kuulmiselundid tagake ha eesosas. Näiteks liblikad tajuvad nendega nahkhiir te poolt tekitatud ultrahelisignaale ja põgenevad õigel ajal. Ritsikad kasutavad helisignaale omavahelisel suht lemisel. Helisid tajuvad nad aga jalgadega, sest nende kuulmiselundid paiknevad eessäärtes.

Heli aitab ka aktiivselt ruumis orienteeruda. Vaa lad ning nahkhiired tekitavad ultraheli selleks, et orienteeruda liikumisel ja määrata kindlaks saagi asu koht.

Võrreldes lõhnadega levib heli õhu kaudu palju kii remini ja kaugemale. Seega on helisignaalide abil või malik ka kiiremini ja paremini suhelda.

Paljud loomad tajuvad mitte õhu, vaid vee või maapinna võnkumisi. Kaladel on li saks küljejoon, mis võtab vastu vee võnku misi. Ka roomajad tajuvad paremini maa pinna kui õhu võnkumisi.

Nägemismeel võimaldab loomadel vastu võtta valgusärritusi. Nägemiselundeiks on silmad, mis on ehituselt väga erinevad. Pal judel veeloomadel, nagu meduusid, lameus sid, kaanid jt, on lihtsama ehitusega **täppsil mad**. Need paiknevad tavaliselt keha eesosas ning tajuvad valguse intensiivsust (kas ümb rus on heledam või tumedam). Täppsilmad asetsevad enamasti paaridena, see võimaldab täpsemalt orienteeruda. Näiteks on paljud vees elavad ussid valguskartlikud ning tegut sevad põhjamudas või veetaimede varjus. Täppsilmad annavad ussile informatsiooni, kui ta kaitsvast elupaigast välja roomab.

Keerulisema ehitusega silmade korral te kib ajus ümbruse kujutis. Loom saab näha seda, mis toimub tema lähimas ümbruses. Keerulise ehitusega on ka putukate **liitsil mad**. Nende abil näevad nad kujutist, mis on aga ebaselge ja meenutab mosaiiki.

Kõigi selgroogsete loomade silmaehitus on põhijoontes sarnane. Sellele vaatamata ei näe kõik selgroogsed ühtmoodi hästi. Kõi ge teravama nägemisega on röövlinnud pist rikad ja kotkad. Õhk ja vesi loovad nägemi seks erinevad tingimused. Maismaal tera va nägemisega loom näeb vees halvasti ja vastupidi. Neliksilm on troopiline kala, kel le silm näeb hästi nii vees kui ka õhus. Tema silma ülapool on kohastunud nägemiseks õhus, alapool aga vees. Peajalgsete hulka kuuluval kalmaaril on suhteliselt kõige suu remad silmad loomariigis ja ta näeb nende ga vees väga hästi. Näiteks kaheksateist kümne meetri pikkuse kalmaari silma läbi mõõt on 40 cm.

Tasakaaluelundi abil saab loom infor matsiooni oma asendi kohta ruumis. See või maldab loomadel teha otsuseid liikumise suuna kohta ja vajadusel muuta keha asen dit. Tasakaaluelund esineb kõikidel ujuva tel, lendavatel ja maismaal liikuvatel loo madel. Kõige lihtsamad on põiekesekujuli-

kuu
elu

7.7. Ritsikad on ühed vähestest pu tukatest, kellel on arenenud kuulmis elundid

7.8. Kiil. Putukate liitsilmad on keeru lise ehitusega.

7.9. Kotkad on ühed teravama näge ga linnud

sed tasakaaluelundid, mis esinevad vees hõljuvatel loomadel. Nageli on tasakaalupõiekesi palju. Meduusidel paiknevad nad keha servas ja annavad informatsiooni looma keha asendi kohta vees. Maismaal liikuvatel ja lendavatel organismidel on tasakaaluelundid keerulisema ehitusega ning koosnevad tavaliselt sisekõrvas paiknevatest omavahel ühendatud poolringkanalitest.

Ka jõevähil on põiekesekujulised tasakaaluelundid. Need asuvad pikkade tundlate kinnituskoha lähedal. Liivaterakesi sisaldavad põiekesed on ühenduses väliskeskkonnaga väikese avakese kaudu. Põiekese sisepind on kaetud närvilõpmetega. Kui vähk ennast kallutab, liivaterakesed libisevad ja ärritavad närvilõpmeid, andes nii signaali keha asendi kohta.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Miks on loomadel vaja väliskeskkonnast informatsiooni?
2. Mis on meeleelund?
3. Millistele ärritajatele meeleelundid reageerivad?
4. Nimetage loomade peamised meeleelundid?
5. Milline seos on meeleelundi ehituse ja organismi arengutaseme vahel?
6. Millist informatsiooni on võimalik saada kompimismeele abil?
7. Mis ülesandeid täidab maitsmismeel?
8. Mis ülesandeid täidab haistmismeel ja mille poolest see erineb maitsmismeelest?
9. Mis ülesandeid täidab kuulmismeel?
10. Kirjeldage erineva ehitusega silmi ja selgitage, millist informatsiooni loom nendega saab.
11. Millist informatsiooni saab loom tasakaaluelundi abil? Kirjeldage erinevaid tasakaaluelundeid.

KOKKUVÕTE

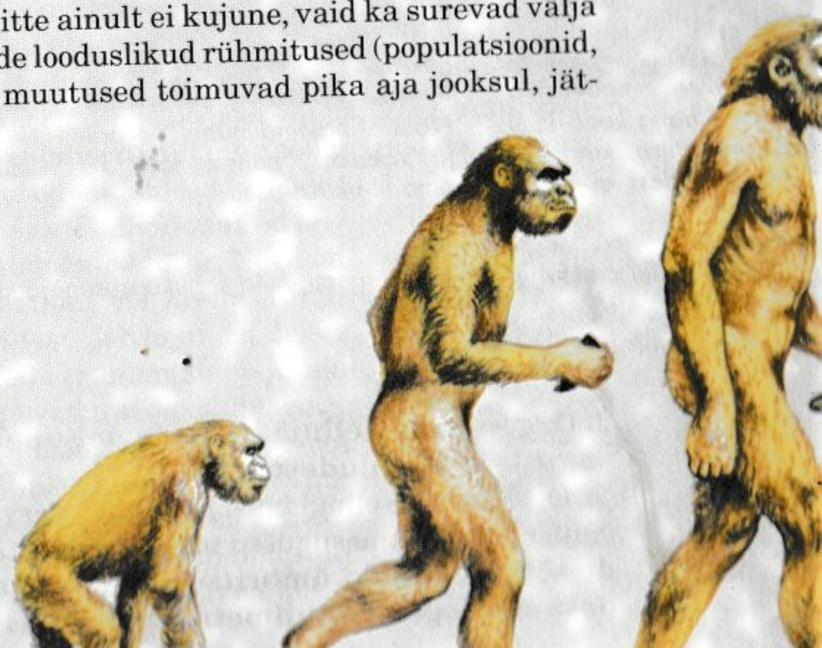
Oma eluga toimetulekuks vajavad loomad mitmesugust informatsiooni. Selle vastuvõtmiseks on neil arenenud meeleelundid. Alamatel organismidel on meeleelundid lihtsama, arenenumatel organismidel keerukama ehitusega. On kompimis-, haistmis-, maitsmis-, kuulmis-, tasakaalu- ja nägemiselundid. Kompimiselundid annavad informatsiooni ümbritseva keskkonna kohta otsese kontakti kaudu; maitsmiselunditega hinnatakse toidu sobivust ja maitset; haistmiselundid reageerivad õhus ja vees levivatele lõhnadele; kuulmiselundid õhuvõngetele; nägemiselundid võimaldavad vastu võtta valgusärritusi; tasakaaluelundite abil hoiab loom oma keha sobivas asendis.

8. Bioloogiline evolutsioon

Tänapäeva teaduse seisukohalt tekkis elu Maal umbes 4 miljardit aastat tagasi. Esimesed elusorganismid olid väga väikesed ja lihtsa ehitusega, kuid nad olid muutumis- ja arenemisvõimelised. Nendest lihtsa ehitusega organismidest ongi miljonite aastate jooksul arenenud üha keerukama ehitusega organismid. Ühest või vähestest eluvormidest on praeguseks kujunenud suur liikide mitmekesisus. Samal ajal on säilinud ka üsna lihtsa ehitusega organismid.

Maa elusa looduse ajaloolist arengut esimestest elusolenditest tänapäevani nimetatakse bioloogiliseks evolutsiooniks.

Evolutsiooni käigus mitte ainult ei kujune, vaid ka surevad välja mitmesugused organismide looduslikud rühmitused (populatsioonid, liigid). Evolutsioonilised muutused toimuvad pika aja jooksul, jätkudes ka tänapäeval.



8.1. Looduslik valik.

Elusorganisme mõjutavad pidevalt mitmesugused teised organismid ja eluta loodus. Et ellu jääda, on organismid pidanud sugupõlvede jooksul nende tingimustega kohastuma. Järgnevalt vaatleme lähemalt, kuidas see looduses toimub.

1. Enamik organisme annab rohkem järglasi, kui neid saab ellu jääda.

1. Võilillel on palju seemneid, id ainult üksikutest neist kasvab im

Suur hulk noori organisme hukkub veel enne, kui jõuab järglasi anda. Kõigile järglastele ei jätkukski toitu ega eluruumi.

Me teame, et taimedel on palju seemneid, kuid ainult vähestest arenevad uued taimed. Samuti ei jää ellu kõik loomade järglased. Seetõttu püsib organismirühmade arvukus looduses enam-vähem ühesugusena ja maakeral ei teki organismide üleküllust.

Näiteks kalad koevad ühe hooaja jooksul tohutu hulga marja, millest suurem osa hukkub. Kui kõigist marjateradest areneksid kalad, täidaksid need ookeani. Aeglaselt sigiva looma – elevandi – ühel paaril võiks 750 aasta pärast olla ligi 750 mln järglast, kui kõik sündinud ellu jääksid.

leetripikkune haug koeb kuni 40 000 marjatera, kuid kõigest marjateradest ei kooru avi.

Noortel havimaimudel on palju vaenlasi, nende seas ka oma liigikaaslased.

Järglasi annavad ainult kõige elujõulisemad isendid.

2. Elusorganismidel on tavaliselt palju järglasi, kuid suguküpsuseni jõuavad vähesed

2. Organismide ellujäämine ja paljunemine sõltuvad mitmesugustest asjaoludest.

Organismide ellujäämist ja järglaste arvukust piiravad teised organismid ja mitmesugused eluta looduse tingimused. **Organismide sõltuvust neid ümbritseva elusa ja eluta looduse asjaoludest ehk teguritest nimetatakse olelusvõitluseks.**

Organismide ellujäämist piiravad sageli **liigikaaslased**, kes vajavad ühesugust toitu, soopartnereid ja elupaika. Sarnased nõudmised elutingimuste suhtes võivad olla ka **erinevatest liikidest isenditel**. Sarnastest vajadustest tingitud olelusvõitlust nimetatakse **konkurentsiks.** Lisaks konkurentidele sõltub ellujäämine ja paljunemine ka vaenlastest, parasiitidest või haigusetekitajatest. Selline sõltuvus ei ole aga konkurents.

Eluta looduse teguritest piiravad organismide ellujäämist näiteks liiga kõrge või madal temperatuur, mittepiisav valgus, kuivus, üleujutused, sobiva elupaiga puudumine.

8.3. Kui rästaid on vähe, jäävad pi kamarjad alles ning siidisabadel soodsamad talvitumistingimused

Selgitame ülalpool öeldut lindude näitega.

Olelusvõitlus toimub näiteks rästaste ja siidisabade vahel. Mõlemad linnuliigid kasutavad toiduks ka pihlakamarju. Kui edukalt siginud rästad söövad ära kõik sügisel valminud pihlakamarjad, siis ei leia talveks meie aladele saabuvad siidisabad enam piisavalt toitu ja on sunnitud lendama lõunapoolsematele aladele. Selleks tuleb neil kulutada aga rohkem energiat ja kokku puutuda uute ohtudega. Kui aga rästaid on vähe, jäävad pihlakamarjad alles ning siidisabadel on soodsamad talvitumistingimused. Rästaste hulk sõltub omakorda nende vaenlaste – vareste, harakate, mitmesuguste parasiitide ning haigusetekitajate hulgast.

3. Kõik organismid, ka samasse liiki kuuluvad, on mõnevõrra erinevate omadustega.

Olelusvõitluses ehk võitluses ellujäämise eest pole kõik organismid individuaalsete erinevuste tõttu võrdsed.

Isegi samades tingimustes ühes rühmas – populatsioonis – elavad ühte liiki organismid ei ole täielikult sarnased. Populatsioon on rühm ühe liigi isendeid, kes elavad koos samal ajal samas paigas.

Organismid pärivad omadusi määravad geenid oma vanematelt, kuid järglased sarnanevad omaduste poolest vanematega ainult osaliselt. Vanemate geenid kombineeruvad ning sellepärast on igal järglasel mõnevõrra teistsugused omadused kui õdedel, vendadel ja ka vanematel. Individuaalsed erinevused tekivad ka mutatsioonide tõttu. Need on juhuslikud muutused geenides või kromosoomides, mis pärandatakse ühest põlvkonnast teise. Mutatsioonide tõttu võivad organismidel tekkida vanematest küllaltki erinevad uued omadused.

8.4. Populatsioonile on iseloomuli nuste mitmekesisus

Seega iseloomustab taimede või loomade populatsiooni suur geneetiline muutlikkus ja tunnuste mitmekesisus. Mõnedel organismidel on kasulikumaid omadusi kui teistel, mistõttu nad suudavad edukamalt elada neid ümbritsevas keskkonnas.

4. Organismid, kellel on elutingimustega sobivamad omadused, jäävad sagedamini ellu.

Teistega võrreldes on eelisolukorras need isendid, kellel on näiteks elukeskkonnaga sobivam värvus, kes on tugevamad ja kiiremad või vastupidavamad, kes suudavad kiiremini õppida ja uute elutingimustega kohaneda. Sellised organismid elavad kauem, mistõttu neil on rohkem elujõulisi järglasi kui teistel sama liigi isenditel. Nad suudavad antud tingimustes teistest paremini toime tulla.

Seega jäävad olelusvõitluses ellu ja annavad rohkem järglasi sellised organismid, kelle omadused annavad neile mingid eelised liigikaaslaste ees. Peamine võit olelusvõitluses on järglaste andmine. Enamik isendeid hukkub olelusvõitluses järglasi andmata. Olelusvõitluse ja organismide muutlikkuse tagajärjeks on **looduslik valik.**

8.5. Ellu jäävad sellise värvusega kalad, kes antud keskkonnas on raskesti märgatavad

Looduslik valik on nähtus, mille käigus jäävad ellu ja annavad järglasi need organismid, kes teistest edukamalt suudavad vältida elutingimuste piiravat toimet.

5. Organismid, kes jäävad ellu ja paljunevad, pärandavad kasulikud muutused oma järglastele.

Kui elutingimused jäävad samaks, osutuvad edukalt paljunenud vanemate järglased neilt päritud omaduste tõttu samuti elujõulisemaks. Nende järglased pärandavad muutused omakorda edasi. Nii kinnistuvad isenditel juhuslikult tekkinud kasulikud muutused paljude sugupõlvede jooksul. Populatsiooni isendite individuaalsetest muutustest kujunevad tervele populatsioonile või liigile kasulikud muutused, tekivad uued kohastumused.

8.6. Antud keskkonnaga kõige sobivamad kalad jäävad ellu ja annavad järglasi

Kohastumusteks nimetatakse liigi säilimist soodustavaid omadusi, st selle liigi isendite ellujäämist ja paljunemist soodustavaid pärilikke omadusi.

Kohastumuste kujunemist nimetatakse **kohastumiseks.** Paljude põlvkondade kestel toimuva kohastumise tulemusena võivad muutuda liikide omadused. Kohastumustel on **suhteline iseloom**, st nad on organismidele kasulikud ainult niisugustes tingimustes, kus nad kujunesid.

Üheks kohastumuse ja selle suhtelisuse näiteks on värjevärvus. On teada, et tumedapõhjalistes veekogudes on kalad ka tumedad. Kui viime tumeda kala heleda põhjaga veekogusse, siis langeb ta kiiresti röövlooma saagiks.

Rohelised putukad, sisalikud ja konnad, kes elavad rohelistel taimedel, on seal raskesti märgatavad. Sama värvi loomad küntud põllul või liiva peal paistavad aga väga hästi silma ja on seetõttu kaitsetud.

Organismirühmades kujunenud kohastumused püsivad, kui elutingimused ei muutu. Kui aga tekivad mingid kindlasuunalised muutused keskkonnatingimustes, muutub ka populatsioon. Eelisolukorda satuvad teiste, uutes tingimustes soodsate omadustega organismid. Toimib looduslik valik ning organismirühmades kujunevad uued kohastumused. Pärilike muutuste ja loodusliku valiku pikaajaline koostoime võib viia ka uute liikide tekkeni.

8.7. Kalad tumedal ja heledal taustal. ledal taustal on kala vaenlastele pare nähtav

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on bioloogiline evolutsioon? Tooge näiteid.
2. Milline on evolutsiooniliste muutuste ilmnemise kiirus?
3. Miks on elusorganismidel rohkem järglasi, kui neid saab ellu jääda?
4. Mis on olelusvõitlus? Tooge näiteid. Kas selline nähtus eksisteerib ka inimühiskonnas?
5. Mis eelise liigi eksisteerimiseks annab see, et ühe isendi järglased on erinevate omadustega?
6. Kuidas toimib looduslik valik? Tooge näiteid.
7. Mis on kohastumus? Miks on kohastumusel suhteline iseloom?

8.2. Liik ja liikide teke

Loodusteadlased, kes tegelevad elusorganismide uurimisega, on juba ammu tähele pannud, et paljud organismid on sarnased ning annavad endasarnaseid järglasi. See tähelepanek viis teadlased mõttele, et looduses olevaid organisme saab rühmitada sarnasuse alusel.

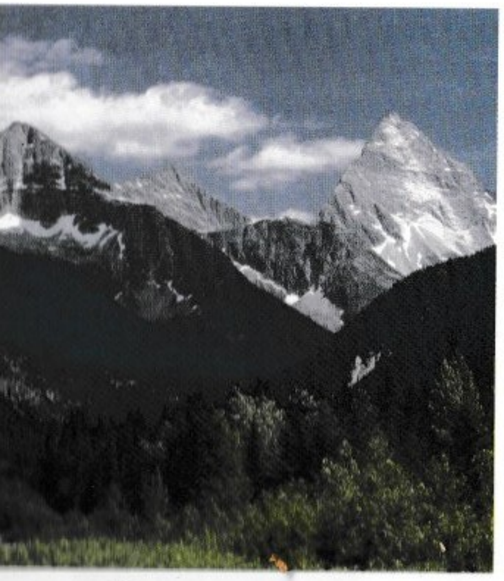
Liik on sarnaste tunnustega isendite rühm, millel on teistest liikidest erinevad tunnused ja oma levila. Samasse liiki kuuluvad isendid annavad viljakaid järglasi, eri liikidesse kuuluvad isendid tavaliselt mitte.

Elusloodus pika eksisteerimisaja jooksul on kujunenud palju liike. Osa on välja surnud, nende asemele on aga tekkinud uued liigid, kes praegu Maal elavad. Tänapäeval elavad liigid on arenenud maakera varem asustanud liikidest. **Uued liigid tekivad looduses pika aja vältel loodusliku valiku tagajärjel.**

Liigi teke algab populatsiooni muutumisest. Uued liigid võivad tekkida näiteks siis, kui **populatsioon jaguneb üksteisest isoleeritud (ruumiliselt eraldatud) osadeks.** Kui populatsiooni osad (tütarpopulatsioonid) satuvad erinevatesse tingimustesse, soosib looduslik valik nende isenditel erinevaid omadusi. Populatsiooni isolatsiooni sattunud osades kujunevad seal setele keskkonnatingimustele vastavad kohastumused, mistõttu nad jäävad uutes oludes püsima. Et populatsiooni isoleeritud osade isendid enam ei kohtu ega ristu, muutuvad nad aja jooksul üha erinevamaks. Neil kujunevad niivõrd erinevad omadused, et nende isendid pole kohtudes enam võimelised viljakaid järglasi andma. Erinevates suundades arenevatest tütarpopulatsioonidest võivad tekkida uued liigid.

Populatsiooni võivad mitmeks osaks jagada mitmesugused **füüsilised tõkked** (jõed, mered, mäed jt). Liigi kujunemisele võis kunagi aluse panna näiteks mäestiku teke, mis jaotas liigi levila kaheks isoleeritud osaks. Kummalegi poole mäeahelikku jäänud populatsioonide isendite järglased hakkasid muutuma vastavalt uutele tingimustele ning mõne aja möödudes kujunesid nendest uued liigid.

7. Kõik need liblikad kuuluvad samasse
i



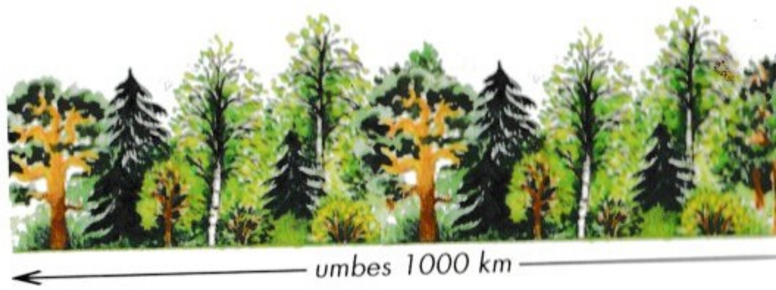
. Liigi tekkele võis kunagi aluse panna
estiku teke, mis jagas populatsiooni iso-
ritud osadeks

Tutvume veel mõnede uute liikide tekkimise võimalustega.

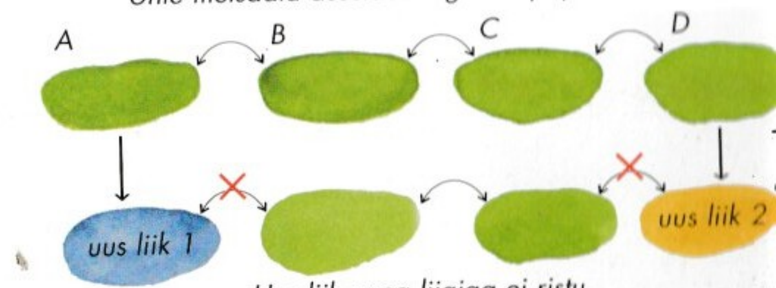
Näiteks vaatleme ühte loomaliiki, kes asustab suurt metsaala. Kogu metsa kui levila piireš elab selle loomaliigi mitu populatsiooni. Kõige äärmisi populatsioone eraldab suur vahemaa ning nende isendite omavahelise ristumise tõenäosus on väike. Pika aja jooksul võivad üksteisest kaugel olevate populatsioonide isenditel toimuda sellised muutused, mis viivad ristumisbarjääri kujunemisele. **Ristumisbarjääriks nimetatakse organismide omadusi, mis takistavad organismide ristumist teiste liikidega.** Nii võibki ühest liigist kujuneda kaks liiki.

Sama liigi levilas toimub eraldumine ka siis, kui näiteks mets hävib suurel alal. Lage ala eraldab järelejäänud populatsiooni osad, sest isendid ei välju metsa piirest. Kui allesjäänud metsaosades kujunevad välja erinevad tingimused, muutuvad loomade omadused ja tekib ristumisbarjäär populatsiooni kahe osa vahel. Nii võib tekkida kaks uut liiki.

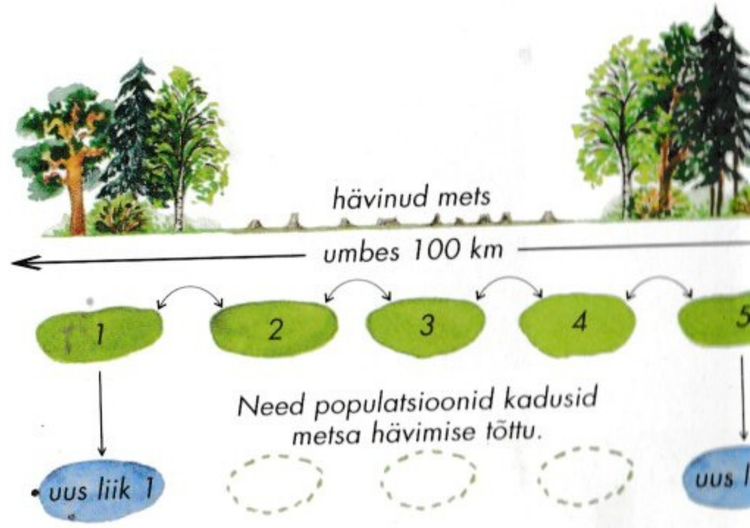
Uue liigi tekkele võib aluse panna ka selle **levila laienemine**, kui soodsal sigimisaastal osa loomapopulatsioonist rändab uutele aladele. Väljaspool levilat satuvad nad uutesse tingimustesse. Enamik loomadest tavaliselt hukkub, kuid mõnikord leidub nende hulgas isendeid, kellel on tekkinud vanematega võrreldes teistsugused,



Ühte metsaala asustava liigi neli populatsiooni.



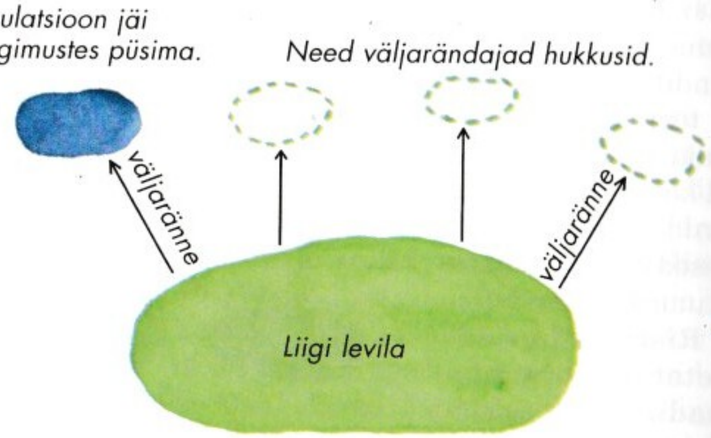
8.9. Üksteisest kaugel asuvad populatsioonid võivad aja jo kujuneda uuteks liikideks. Nooled näitavad ristumist populatsi de vahel. Uus liik vana liigiga ei ristu.



8.10. Üksteisest eraldatud populatsioonidest (1 ja 5) võiva aja jooksul kujuneda uued liigid

uutes tingimustes soodsamad omadused. Need loomad suudavad uutes tingimustes elama jääda. Aja jooksul tekib neil ka ristumisbarjäär lähtepopulatsiooni isenditega.

Kuna organismid on pidevalt kohastunud muutuvate keskkonnatingimustega, on Maal püsinud elu selle tekkimisest alates. Uutes oludes sobimatuks osutunud liigid on asendunud sobivamatega.



8.11. Uus liik võib tekkida väljarände tagajärjel

8.12. Admirali levila piir jääb meist lõuna poole. Eestis hukkuvad kõik isendid hukkuvad esimeste külmade saabumisel.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Selgitage oma sõnadega, mis on liik. Tooge näiteid.
2. Kuidas liik tekib?
3. Millist osa etendab liigi tekkel looduslik valik?
4. Mis tähtsus on ristumisbarjääril?

8.3. Bioloogilise evolutsiooni tõendid

Tänapäeval on bioloogidel palju tõendeid elusorganismide ajaloolise arengu ehk evolutsiooni kohta. Need kinnitavad, et Maal ei ole elanud kogu aeg ühed ja samad liigid ning et tänapäeval elavad liigid põlvnevad varem elanud liikidest või nendega ühistest eellastest. Tõendeid evolutsiooni kohta on mitmesuguseid.

Palju tõestusmaterjali on saadud maakoore ülemiste kihtide uurimisel. Kivimitest on leitud kauges minevikus elanud organismide kivistunud jäänuseid või elutegevuse jälgi. Neid nimetatakse **kivististeks ehk fossiilideks.**

Teadust, mis uurib ammustel aegadel elanud organismide kivistisi, elutegevuse jälgi ning arenemist, nimetatakse **paleontoloogiaks.**

Kivististe abil saame teada, millised olid Maal varem elanud organismid. Loomadel on säilinud paremini skeletiluud ja kojad, taimedel seemned ja tolmuterad, vähem aga varred. Selliseid säilmeid on leitud maapinna kaevamisel, neid on välja uhtunud vesi või on need paljastunud maakoore liikumise tulemusena.

8.13. Varem elanud organismide kivistised. Nende napäevaste organismide võrdlemisel näeme toin evolutsiooni.

Kui kauges minevikus mattusid organismid liiva või mudasse, asendusid miljonite aastate jooksul nende orgaanilised ained mineraalainetega ning tekkisid kivistised. Nii on kivististena tänaseni säilinud kunagi elanud elusorganismid või nende osad.

Lisaks kivimite on elusolendite jäänuseid leitud ka mujal. Näiteks vulkaanilises tuhas on säilinud taimede rohelisi lehti. Merevaigust on leitud putukaid ja teisi väikesi olendeid. Merevaik on kunagi ammustel aegadel kasvanud puude, peamiselt helmemänni praeguseks kivinenud läbipaistev vaik. Üheks kõige huvipakkuvamaks leiuks külmunud mammutipoeg Siberi igikeltsas, kes elas mõni tuhat aastat tagasi.

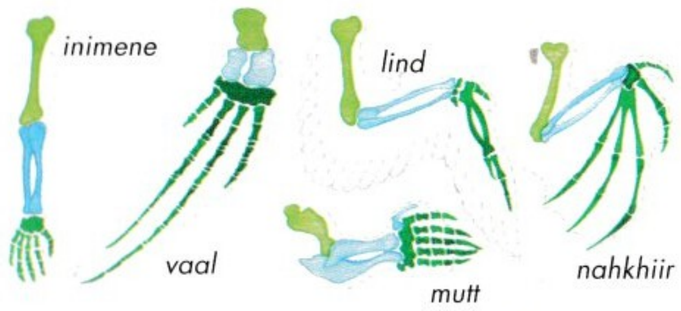
Mida sügavamalt on kivistised saadud, seda vanemad need on, ja seda rohkem erinevad nad tänapäevastest organismidest. Madalamal arengutasemel loomade jäänuseid on leitud vanematest kivimitest. Mida nooremad on uuritavad kihid, st mida lähemal maapinnale need paiknevad, seda sarnasemad on leitud kivistised tänapäeval elavate organismidega.

Enamik varajasemal ajal elanud liikidest on välja surnud (st kõik selle liigi esindajad on surnud) ning nende asemele on tekkinud pal-

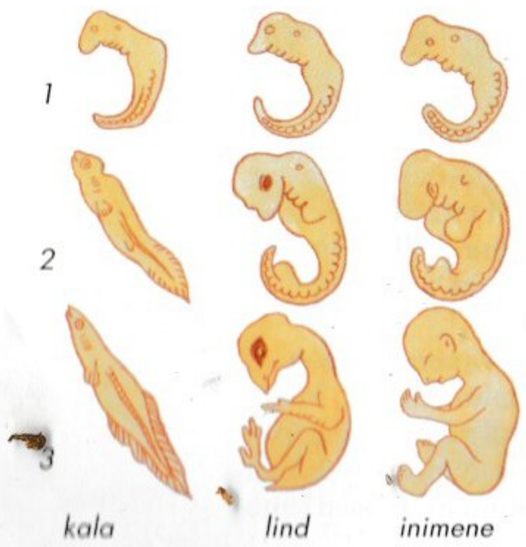
ju uusi liike. Väljasuremise põhjusi on palju. Peamiseks põhjuseks on tavaliselt see, et elutingimused muutuvad kiiremini kui liik suudab nendega kohastuda. Ka organismide ehitus on miljonite aastate jooksul muutunud keerukamaks. Paljudes varem elanud organismides võib ära tunda hilisemate vormide eellasi. Kõik sellised leiud viitavad liikide üksteisest põlvnemisele.

Peale kivististe annab meile teadmisi evolutsiooni kulgemise kohta ka tänapäeva **elusorganismide ehituse võrdlemine** ning looteline arengu uurimine. Näiteks on praegu elavatel selgroogsetel mõned ühtset päritolu tõendavad sarnasused jäsemete ehituses. Enamiku selgroogsete loomade (nt konna, linnu, vaala, inimese) jäsemetel on sarnane põhiehitus, vaatamata sellele, et nende funktsioonid on väga erinevad. Tõenäoliselt on need organismid arenenud ühistest eellastest.

Lootelise arengu võrdlemine näitab, et selgroogsete organismide looted on arengu varajastel etappidel väga sarnased. Näiteks on neil lõpusepilude algmed. See tõendab nende organismide sugulust ja viitab põlvnemisele lõpustega lähtevormist. Loodete arendes ilmnevad üha enam konkreetsele liigile iseloomulikud tunnused.



8.14. Enamiku selgroogsete loomade jäsemetel on sarnane põhiehitus



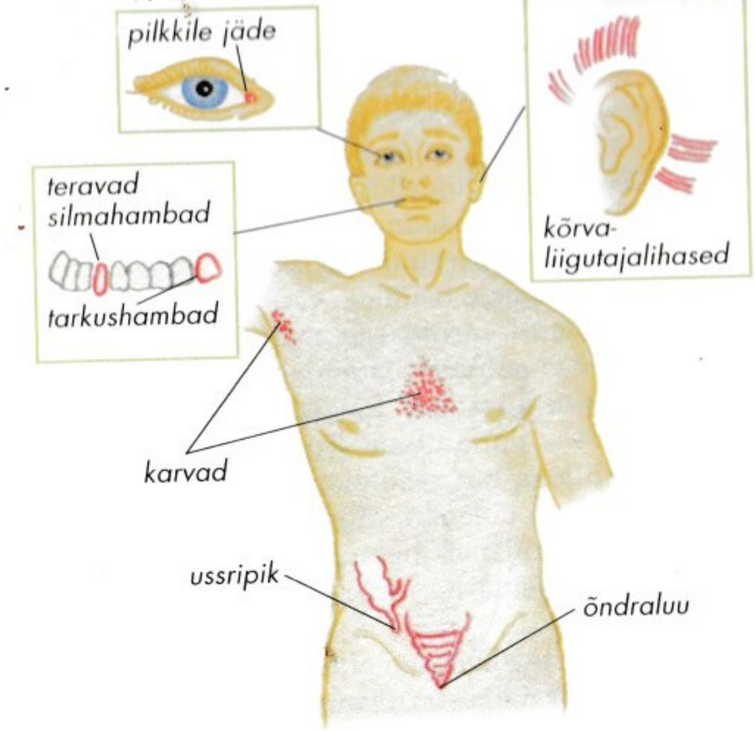
8.15. Arengu algetappidel on selgroogsete looted sarnased, erinevused ilmnevad hilisemas arengus

Inimesel ja osal loomadel on selliseid kehaosi, mis pole nende jaoks vajalikud, kuid mis on vajalikud alamatele loomadele või olid olulised eellastele evolutsiooni varasematel etappidel. Neid nimetatakse **rudimentideks**. Ka rudimendid kinnitavad inimese ja teiste imetajate sugulust.

Näiteks on inimesele tarbetud õndraluu, ussripik, teravad silmahambad, kõrva liigutavad lihased ja kolmas silmalaug. Paljudel alamatel selgroogsetel on need aga hästi arenenud ja toimivad. Inimesel on ussripik väike ja tähtsusetu, taimtoidulistel loomadel on see aga suur ja seedimiseks vajalik organ.

Teadlased uurivad **pärilikkusainet (DNA) ja kehavalke** organismide suguluse kindlaksmääramiseks. Lähedastel organismidel on sarnane DNA.

Paljudel liikidel on sarnased kehavalgud, see viitab nende lähedasele sugulusele. Näiteks verevalk hemoglobiin on ühesugune inimesel ja šimpansil, gorillal aga inimese omast mõnevõrra erineb.



8.16. Rudimedid viitavad inimese ja teiste imetajate sugulusele

Näiteid selle kohta, et evolutsioon on aeglaselt toimuv protsess, mis kestab ka tänapäeval, võib leida meie igapäevaelust. Näiteks on arenenud antibiootikumide suhtes vastupidavad bakterid ning mürkide suhtes vastupidavad putukad. Ka koduloomade ja taimede sordiaretus on näide tänapäeval toimuvast evolutsioonist. Uute tõugude ja sortide kujundamine erineb looduslikust evolutsioonist, sest seda suunab inimene vastavalt oma tahtele. Selle tulemusena aretatakse loomatõugusid, kes ise ei ole looduslikes tingimustes eluvõimelised ja suudavad eksisteerida ainult inimese toel.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Kust saadakse tõendeid selle kohta, et Maal ei ole elanud kogu aeg ühed ja samad liigid?
2. Mis on kivistis ehk fossiil?
3. Millised taime- jaloomaosad on kivististena kõige paremini säilinud?
4. Milline seos valitseb kivistise leiusügavuse ja tema vanuse vahel?
5. Millised teadmised tänapäevaste elusolendite ehitusest tõendavad evolutsiooni kulgemist?
6. Mis on rudiment? Tooge näiteid nende kohta.
7. Mida näitab uute loomatõugude ja taimesortide aretamine?

8. 4. Elusilooduse süsteem

Elusilooduses valitseb suur liigirikkus. Et sellest ülevaadet saada, hakkasid teadlased juba mitusada aastat tagasi liike süstematiseerima. Elusorganismide grupeerimisega seotud tegevust nimetatakse **süstematiseerimiseks** ja teadlasi, kes sellega tegelevad, **süstemaatikuteks**. Süstematiseerimisega seotud teadust nimetatakse **süstemaatikaks**. Väga paljude süstemaatikute töö tulemusena on koostatud **elusilooduse süsteem**. Esialgu olid teadlaste teadmised elusorganismidest üsna puudulikud. Tunti enamasti oma kodukohas elavaid liike. Hiljem, kui reisimisvõimalused avardusid, õpiti tundma palju uusi taimi ja loomi. Mikroskoobi leiutamine võimaldas avastada mikroorganisme, keda palja silmaga ei ole võimalik näha. Nüüdseks on kirjeldatud umbes 1,5 miljonit elusorganismi liiki.

Tänapäeval on kõik teadaolevad elusorganismide liigid paigutatud kindlate reeglite järgi koostatud süsteemi.

Organismide rühmadeks jaotamise aluseks on nende sarnasus ja oletatav suguluse aste.

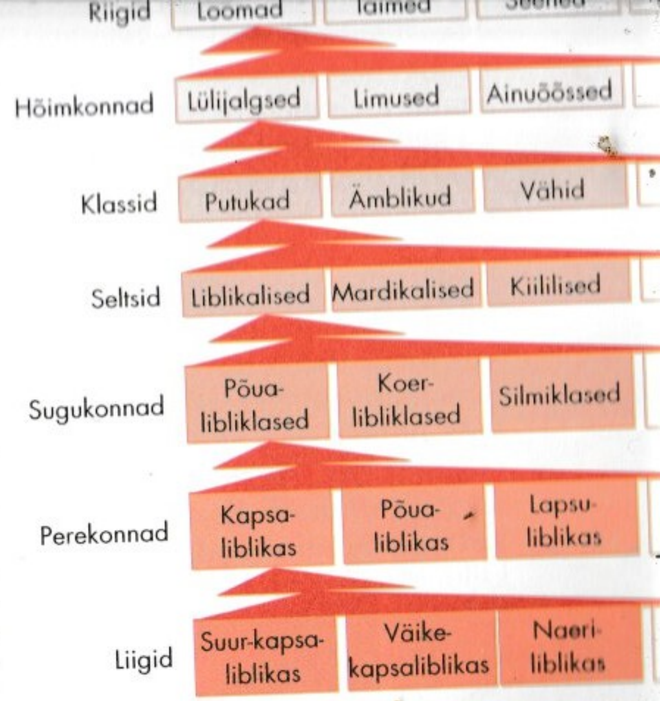
Selle süsteemi põhiüksus ehk väikseim üksus on **liik**. Igale liigile on antud kahesõnaline ladinakeelne nimetus, mis on moodustatud kindlate reeglite alusel.

8.17. Koer Canis familiaris *ja hunt* Canis lupus

Juba 18. sajandil hakkas rootsi teadlane Carl Linne liike nimetama ladinakeelsete nimetustega. Näiteks on kodukoera ladinakeelseks nimetuseks *Canis familiaris*, esimene sõna näitab perekonda (kuhu kuuluvad kõik koerasugused loomad), teine aga on liiginimetus. Samasse perekonda kuuluva hundi nimetuseks on *Canis lupus*. Ladinakeelsed nimetused väldivad segadust, mis võib tekkida rahvapäraste nimetuste kasutamisel. Sageli võivad need olla eri kohtades erinevad ja ka ühest keelest teise tõlkimisel võib tekkida vigu.

Tutvume järgnevalt paari näitega, kuidas toimub süstematiseerimine.

Liigi näiteks võtame putuka – **suur-kapsaliblikas**. Tuletame meelde, et liik on sarnaste omadustega isendite kogum, mis annab ristudes viljakaid järglasi. Liigi tekke käigust on teada, et mõned liigid on omavahel lähedasemas suguluses kui teised. Suur-kapsaliblika lähedasteks sugulasteks on väike-kapsaliblikas, naeriliblikas ja veel palju teisi liblikaid. Kõik need lähedased liigid ühendatakse süsteemis **kapsaliblika perekonda**. Kapsaliblika perekond on lähedalt suguluses põualiblika perekonnaga. Need kaks perekonda ja veel paljud teised sugulasperekonnad ühendatakse **põualibliklaste sugukonda**. Kirjeldatud liblikasugukonna kõrval on veel teisi liblikasugukondi, nagu näiteks koerlibliklased, silmiklased, sinilibliklased. Kõik need sugukonnad ühendatakse **liblikaliste seltsi**. Liblikaliste kõrval elab looduses veel palju putukaid, kes kuuluvad teistesse putukaseltsidesse, näiteks kahetiivalised (sääsed, kärbsed), kiletiivalised (mesilased, herilased), mardikalised (ujur, vaskpõrnikas) jne. Kõik need putukaseltsid ühendatakse **putukate klassi**. Putukate lähimad sugulased on enamasti vees elavad vähkide klassi ja maismaal elavad ämblikulaadsete klassi esindajad. Kõik need ühendatakse **lülijalgsete hõimkonda**. Lülijalgsetega koos elavad maal loomaliigid, keda ühendatakse hõimkondadesse: limused, rõngussid, keelikloomad (kalad, kahepaiksed, roomajad, linnud, imetajad jt). Kõik need hõimkonnad ühendatakse **loomariigiks**.



8.18. Loomade klassifitseerimine suur-kapsaliblika

8.19. Taimede klassifitseerimine valge ristiku näi

Taimi süstematiseeritakse samasuguse põhimõtte järgi. Taimede süstematiseerimist selgitame ristikute näitega. Üks tavalisemaid Eestis levinud ristiku liike on **valge ristik**. Teda võime kohata kasvamas ka linnas muruplatsidel, parkides ja jäätmaadel. Valge ristiku kõrval kasvab Eestis veel mitmeid ristiku liike. Nendeks on punase õisikuga aasristik, roosakas roosa ristik või kollane kuldristik. Kõik need ristikud ühendatakse **ristiku perekonda**. Ristikutega on suguluses perekonnad mesikas, lutsern, aeduba, hernes, põlduba ning veel palju teisi taimeperekondi. Kõigil neil on liblikakujuline õis ja viljaks kaun. Need perekonnad ühendatakse **liblikõieliste sugukonda**. Liblikõielised on suguluses mimoosiliste- ja tsesalpiinilistega (sest ka neil on viljaks kaun) ning ühendatakse koos **oalaadsete seltsi**. Oalaadsed koos väga paljude seltsidega, nagu näiteks roosilaadsed, astrilaadsed jt, ühendatakse **kaheiduleheliste klassi**. Koos üheiduleheliste klassiga moodustavad nad **katteseemnetaimede hõimkonna,** sest kõigil neil on õied, millest kujunevad viljad. Katteseemnetaimede hõimkond kuulub koos paljasseemnetaimede, sõnajalgtaimede ja sammaltaimede hõimkonnaga **taimeriiki**.

Omavahel lähedased sugulasliigid moodustavad perekonna, suguluses olevad perekonnad sugukonna, sugukonnad ühendatakse seltsideks, seltsid klassideks, klassid hõimkondadeks, hõimkonnad riigiks.

Looma- ja taimeriigi süsteemis kasutatavate sugukonna ja seltsi nimetuste lõpud on erinevad.

Süstemaatiline üksus	**Loomariik**	**Taimeriik**
Liik	Suur-kapsaliblikas	Valge ristik
Perekond	Kapsaliblikas	Ristik
Sugukond	Põualiblik**lased**	Liblikõie**lised**
Selts	Liblika**lised**	Oa**laadsed**
Klass	Putukad	Kaheidulehelised
Hõimkond	Lülijalgsed	Katteseemnetaimed
Riik	Loomariik	Taimeriik

8.20. Need erinevat tõugu kassid on ühe liigi esindajad, samuti on need erinevat sorti tulbid kõik ühest liigist

Tänapäeval jaotatakse elusloodus viieks riigiks – **bakterid, protistid, seened, loomad ja taimed.** Kõigil elusorganismidel on seal oma kindel koht.

Igal aastal avastatakse juurde uusi liike ning ka need paigutatakse olemasolevasse süsteemi.

Tegelikkuses on erinevate liikide omavahelised sugulussidemed palju keerulisemad – nii ei piisa loomuliku süsteemi loomiseks ainult nimetatud süstemaatilistest üksustest.

On olemas veel vahepealseid jaotusi, näiteks alam- ja ülemliigid. Kultuurtaimedel eristatakse sorte ja koduloomadel tõugusid.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

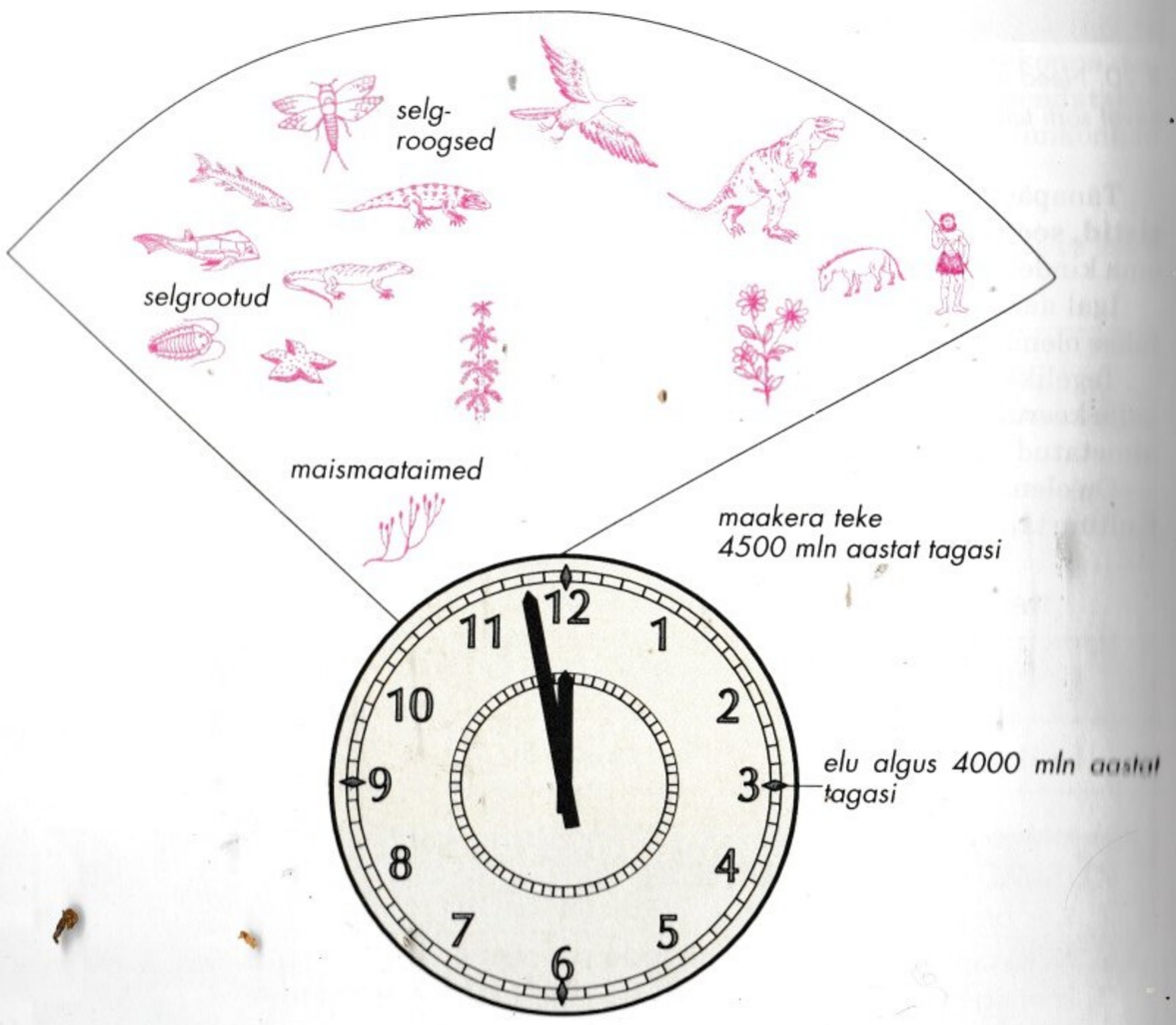
1. Kes on süstemaatikud?
2. Milleks on vaja elusorganismide süsteemi?
3. Loetlege peamised süstematiseerimise üksused, alustades kõige madalamast.
4. Mitme sõnaga nimetatakse liiki ladina keeles? Miks?

8.5. Elu tekkimine ja taimeriigi evolutsioon

Maa tekkis ligi 4,5 miljardit aastat tagasi. Arvatakse, et esimesed elusolendid tekkisid umbes 4 miljardi aasta eest.

Maakera ajalugu jaotatakse viieks aegkonnaks: 1) ürgaegkond; 2) aguaegkond; 3) vanaaegkond; 4) keskaegkond; 5) uusaegkond.

Elu tekkimise kohta on palju teooriaid ja seletusi. Bioloogide uurimuste kohaselt sai elu alguse maailmameres – ürgookeanis. Ürgookean ei sarnanenud praeguse ookeaniga. See oli soojem ja mada laveelisem kui tänapäeva ookeanid. Pidevate maavärinate tõttu tungis merevette sageli Maa sisemusest vedelat magmat ja gaase. Nii sugustes erilistes tingimustes sai võimalikuks esimeste elusorganismide teke. Kõigepealt tekkisid mitmesugused orgaanilised ained.



8.21. Elusloodus evolutsiooni võib võrrelda kella kaheteistkümne tunniga

Esimesed organismid (tekkisid umbes 4 miljardi aasta eest) olid ilmselt **bakterite sarnased, nad koosnesid ühest rakust ja olid tuumata**. Nendest kujunesid lihtsamad tuumaga üherakulised organismid, kes sarnanesid tänapäeva algloomadega.

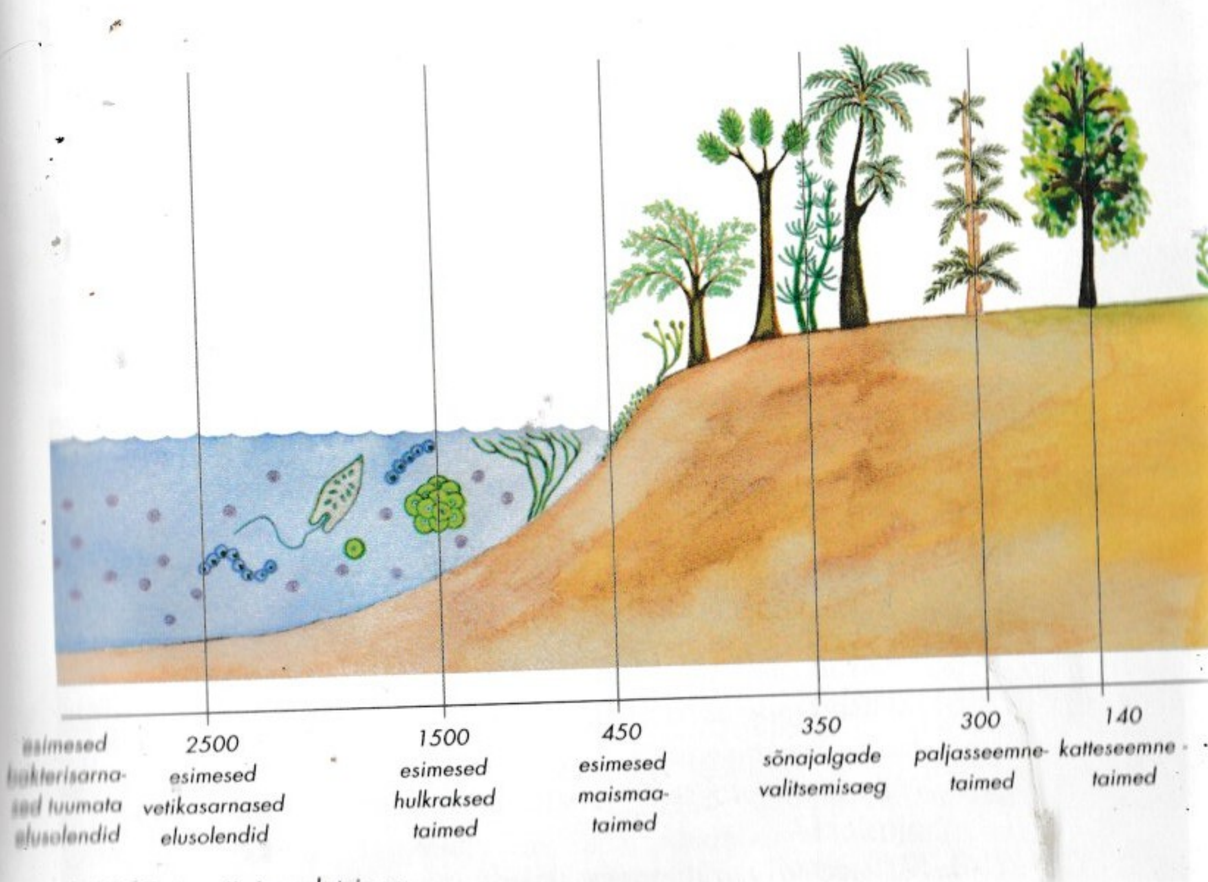
Mõningad bakterid – sinikud ehk tsüanobakterid – sisaldasid klorofülli ning olid võimelised fotosünteesima. Selles protsessis vabanes hapnik, mis muutis atmosfääri gaaside koostist.

Tänapäeval ei ole elu tekkimine ookeanis enam võimalik, sest ookeanivee temperatuur, keemiline koostis ja elutingimused ei võimalda seda. Ka hävitaksid olemasolevad liigid tekkinud algelise organismi kohe.

Esimesed taimed olid vetikad. Ilmselt üherakuliste vetikate kolooniatest kujunesid (1500 mln aasta eest) algelised **hulkraksed** taimed – hulkraksed vetikad. Need paljunesid peamiselt mittesuguliselt ning olid lihtsa ehitusega. Nende keha oli nagu tänapäeva vetikatelgi tallus, mis polnud eristunud organiteks.

Sinikud ja veetaimed eraldasid fotosünteesil hapnikku, muutes nii Maa atmosfääri koostist.

Väga pikka aega arenes elu ainult vees, sest Maa atmosfääris polnud piisavalt hapnikku.



8.22. Taimeriigi evolutsioon

Vanaaegkonna algul, umbes 450 miljonit aastat tagasi, tekkisid esimesed algelised maismaataimed – ürgraikad.

Maismaale asumiseks pidid taimed kohastuma uute, kuivade elutingimustega. Neil kujunesid lihtsad taimeorganid. Vee aurumise takistamiseks arenesid spetsiaalsed kattekoed.

Vanaaegkonna keskel (350 kuni 300 miljonit aastat tagasi) katsid Maad hiigelsuurtest koldadest, osjadest ja sõnajalgadest ürgmetsad. Seda niiske ja sooja kliimaga ajastut nimetatakse **karboniks** ehk **kivisöeajastuks**, sest tolle aja lopsakate metsade jäänustest on tekkinud kivisüsi.

Kivisüsi on kujunenud kõrgemate taimede orgaanilistest osistest. Need kuhjusid umbes 50–60 miljoni aasta jooksul soodes turbataolise lasundina ja hiljem kattusid setetega. Setete muutusid jäänused all kõrge temperatuuri ja rõhu toimel tihedaks massiks, mida me tunneme kivisöena. Kõige rohkem moodustus kivisütt karboni ajastul. Hiljem tekkinud orgaanilise päritoluga kivisöesarnast põlevat materjali nimetatakse pruunsöeks.

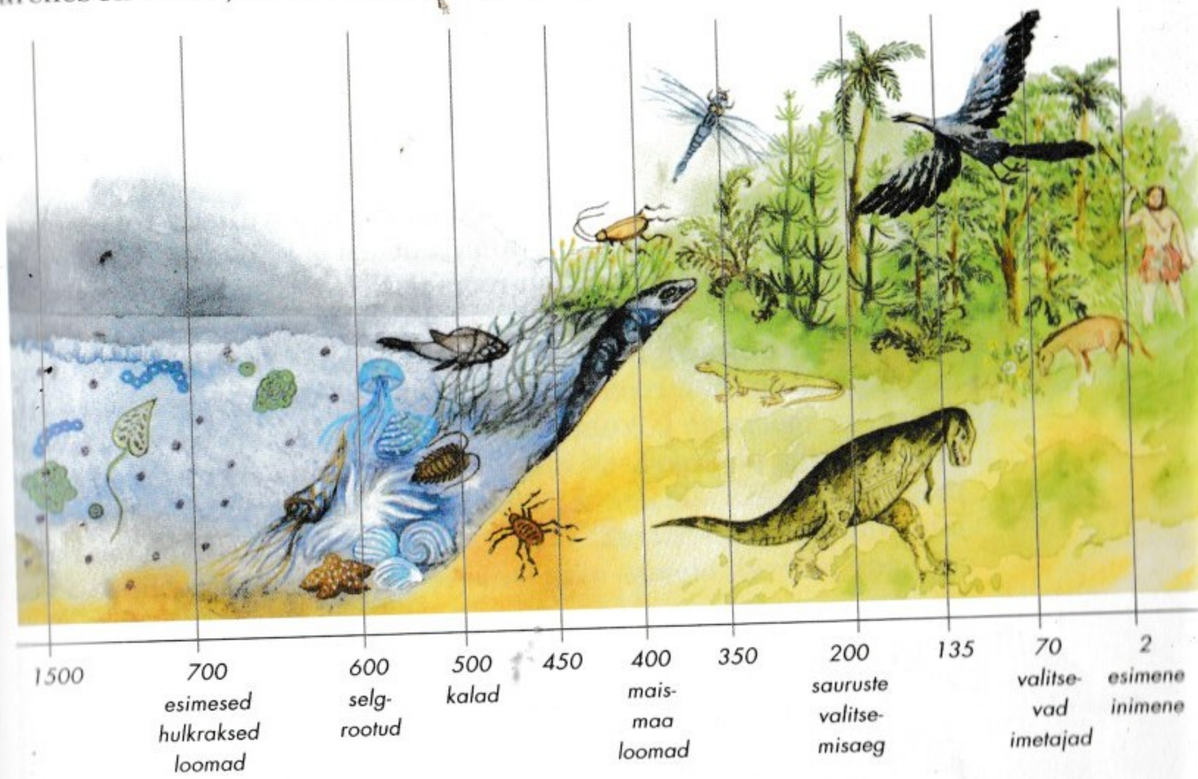
Kui kliima muutus kuivemaks, suri enamik eostaimedest välja. Tekkisid **paljasseemnetaimed** (vanaaegkonna lõpul, 295 miljoni aasta eest), millest on arenenud tänapäeva okaspuud. Paljasseemnetaimed valitsesid Maal mitusada miljonit aastat, enne kui kujunesid **katteseemnetaimed** ehk õistaimed. Tekkis väga palju õistaimede liike, mis levisid üle Maa. Õistaimed kohastusid erinevate elutingimustega maismaal ja osa neist levis tagasi vette.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Kus sai elu alguse?
2. Kes olid maailma esimesed organismid?
3. Milliste tänapäeva organismidega sarnanevad esimesed tuumaga organismid?
4. Miks ei ole elu tekkimine tänapäeval enam võimalik?
5. Millised olid esimesed taimed ja kus nad elasid?
6. Millised muutused taimede ehituses toimusid seoses maismaale asumisega?
7. Miks nimetatakse ühte ajastut taimede arengus kivisöe ajastuks?
8. Millised taimerühmad tekkisid pärast eostaimi?

8. 6. Loomariigi evolutsioon

Loomariigi kõige esimesed esindajad arenesid nagu taimedki vees. Esimesed hulkraksed loomad tekkisid tunduvalt hiljem kui hulkraksed taimed (700 miljoni aasta eest). Nendeks olid mitmesugused käsnad ja ainuõõssed. Nende järel hakkasid kujunema teised selgrootute rühmad – ussid, lülijalgsed, limused jt. **Vanaaegkonna** algul olid meres esindatud kõik nüüdisselgrootute rühmad. Neil loomadel arenes keeruline käitumine ja kujunesid mitmesugused kaitsekohastumused, nagu kaitsev rüü, mürginäärmed või kiire liikumine. **Esimesed selgroogsed olid kalad** (tekkisid vanaaegkonna keskel), kelle keha kattis kaitsvatest kilpidest rüü. Seetõttu olid nad väga kohmakad. Nendega ühistest eellastest arenesid kiiremad ja osavamad luukalad, praeguste kalade eellased. Sel ajal kui meres arenes rikas elu, oli maismaa veel paljas ja tühi.



8.23. Loomariigi evolutsioon

Suure muutuse loomariigi arengusse tõid esimesed maismaataimed. Nad eraldasid õhku järjest rohkem hapnikku, mistõttu elu maismaal muutus loomadele võimalikuks.

Esimesed loomad, kes taimede järel (vanaaegkonna lõpus) maismaale suundusid, olid väikesed selgrootud: hulkjalgsed, ämblikulaadsed ja putukad. Seejärel asusid maismaale tänapäeva kopskalade taolised kalad, kes olid võimelised mõnda aega õhuhapnikku hingama. Neile järgnesid tänapäeva kahepaiksete eellased, kes või-

sid pikemat aega viibida väljaspool veekeskkonda ning vajaduse korral vette tagasi minna.

Sel ajal kui sõnajalgtaimed moodustasid hiiglaslikke metsi, arenesid kahepaiksetest esimesed roomajad. Roomajad võisid juba pidevalt maismaal elada, sest soomustega kaetud nahk kaitses neid kuivamise eest. Ka nende sigimine ei olnud enam veega seotud. Munaraku ümber moodustuv kest kaitses kuivamise ja vigastuste eest.

Keskaegkonnas muutusid maal valitsevaks **roomajad**. Sel ajal oli kliima ühtlaselt niiske ja soe – seega soodus kõigusoojastele roomajatele. Taimedest valitsesid okaspuud ja teised paljasseemnetaimed. Maad asustasid mitmesugused sisalikud, kes vallutasid nii vee, õhu kui ka maismaa. See oli **sauruste** ajastu. Osa neist olid hiigelsuured. Kõige suuremad loomad, kes kunagi Maal on elanud, on sisalikutaolised dinosaurused.

Primitiivsetest roomajatest kujunesid (200 miljoni aasta eest) esimesed **imetajad**. Need olid väikesed hiiresarnased loomad. Roomajatest arenesid ka esimesed lindude eellased, kes sarnanesid üsna palju sisalikega.

*Väljasurnud ürglinnu (*Archaeopteryx*) kivistis annab tunnistust sellest, et tal oli linnu tunnuste kõrval ka roomaja tunnuseid, näiteks hambad.*

Kui tekkisid õistaimed, arenesid ka **taimtoidulised imetajad**.

Keskaegkonna lõpus, kui kliima jahenes ja kuivenes, surid hiid-sisalikud välja. Tänapäeval on roomajate esindajad hoopis väiksemõõdulisemad.

Uusaegkonnas muutusid valitsevaks **imetajad**, kellel oli mitmesuguseid eeliseid roomajatega võrreldes. Nad olid osavamad liikujad kui roomajad ja külma eest kaitses neid paks karvkate. Neil kujunes välja püsisoojasus, mis võimaldas asuda elama jaheda kliimaga aladele. Ka olid nende järglased paremini kaitstud kui roomajatel. Imetajad sünnitavad väljaarenenud järglase, kellel on toit ema piimana pidevalt olemas ning kelle eest ka vanemad hoolitsevad.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Kus arenesid Maa esimesed loomorganismid? Kes need olid?
2. Kes olid esimesed selgroogsed? Mille poolest nad erinesid oma tänapäeva sugulasliikidest?
3. Kes olid esimesed maismaaloomad? Miks nad ei saanud asuda maismaale enne taimi?
4. Kes olid esimesed selgroogsed, kes asusid maismaale? Milline iseärasus oli neile omane?
5. Loetlege omadused, mis võimaldasid roomajatel asuda elama maismaale.
6. Millisest loomarühmast on arenenud linnud? Millised eelised roomajatega võrreldes olid imetajatel?

8.7. Inimese evolutsioon

Tänapäeva inimene *Homo sapiens* kuulub perekonda inimene (ladina keeles *Homo*), olles selle ainus liik.

Inimkonda on alati huvitanud, kuidas ja millal inimene Maale tekkis. Mitmesugused kivistised ja muud inimese eellaste leiud on aidanud valgust heita võimalikule arengukäigule, kuid päris selge pole see praeguseni. Tutvume mõnede tähtsamate etappidega inimese arengus.

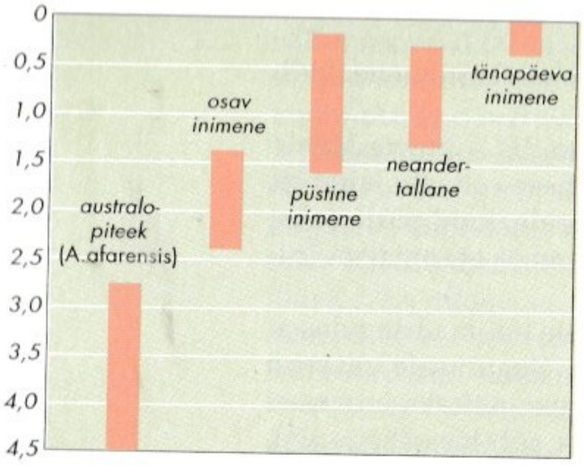
Tänapäeval elavatest loomadest on inimesele lähimad sugulased **inimahvid**, neist eelkõige šimpans ja gorilla. Sugulusele viitavad sarnased omadused, kuid on ka olulisi erinevusi, näiteks inimesed kõnnivad kahel jalal, on võimelised tööd tegema, suhtlevad kõne abil, mõtlevad nii abstraktselt kui ka konkreetselt.

8.24. Inimese ja inimahvide mõningad erinevused

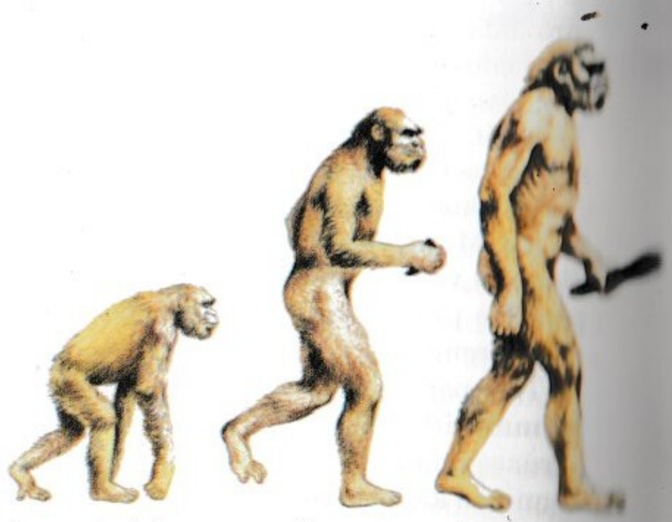
Inimesed ja inimahvlased on arenenud ühistest eellastest. Umbes 5–7 miljonit aastat tagasi hakkas kumbki arenema oma liini pidi.

Aafrikas (1–5 miljoni aasta eest) elanud inimese liini esimesi esindajaid nimetatakse **australopiteekideks.** Esialgu elasid nad veel puudel, kuid hiljem asusid elama maapinnale ning liikusid rühmadena puisrohtlates. Sellega kaasnes püstine kehaasend, nende aju aga sarnanes mõõtmetelt ahvi ajuga.

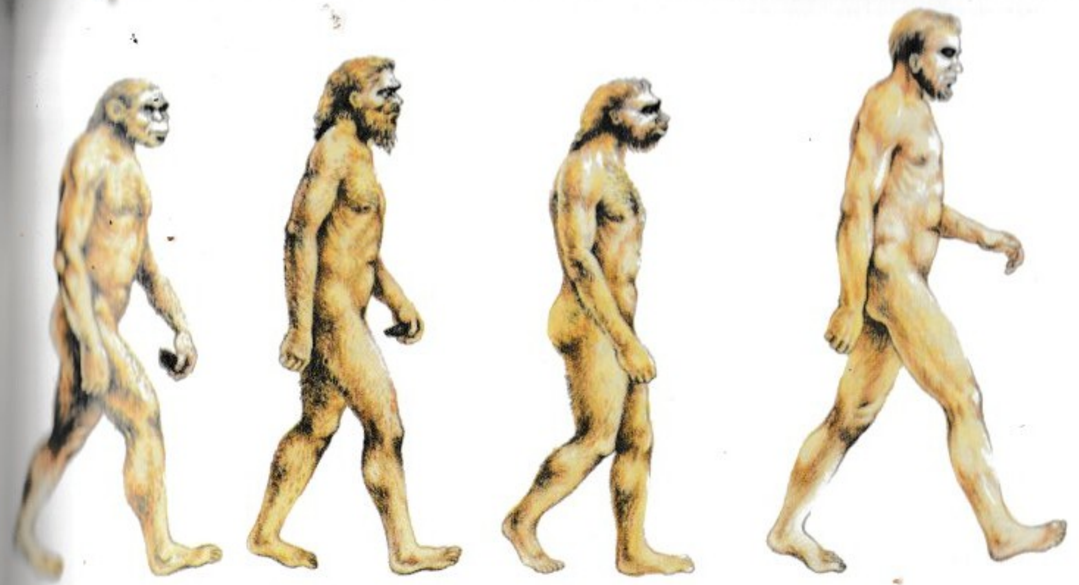
Australopiteekide järel kujunesid Aafrikas (umbes 1,6–2 miljoni aasta eest) suurema ajumahuga inimeste eellased, algul **osav inimene** (*Homo habilis*), hiljem **püstine inimene** (*Homo erectus*). Need olid tänapäeva inimesega rohkem sarnased. Osav inimene **oskas juba valmistada algelisi luust ja kivist tööriistu.** Selle järgi on ta saanud ka oma nime.



8.25. Inimese evolutsioon



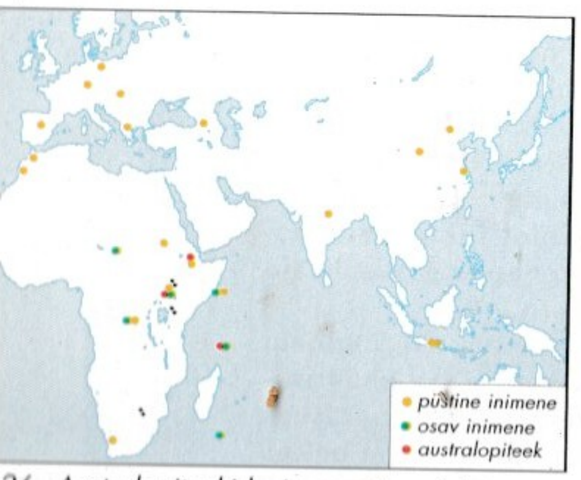
inimese ja inimahvi eellane | australopiteek | osav inimene



püstine inimene | varajane pärisinimene (Homo sapines) | neandertallane (Homo sapines neandertalensis) | tänapäeva inimene (Homo sapiens sapiens)

Püstised inimesed olid küllaltki suured, ligi 1,5 meetri pikkused, ja ka nende aju oli suurem kui eelkäijatel. Lisaks tööriistade valmistamisele tundsid nad ka tule tegemist. Ühistegevus jahil ja kalal sundis neid arendama omavahelist suhtlemist. Nii hakkas kujunema kõnekeel. Püstine inimene levis Aafrikast kaugemale, Euroopasse ja Aasiasse.

Umbes 300 000 aastat tagasi arenes Aafrikas pärisinimene ehk **tark inimene** *Homo sapiens*, kes sealt teistele mandritele levis. Selleks ajaks suri püstine inimene välja. Esimeste pärisinimeste kolju oli suuruselt ja kujult sarnane tänapäeva inimese omaga. Edasise arengu käigus kujunes neist tänapäeva inimene. Arvatavasti oli tänapäeva inimese varajastel esindajatel ka mingisugune ühiskonnakorraldus. Nad valmistasid kunstipäraseid kivist tööriistu ning tegelesid kujutava kunstiga.



26. Australopiteekide ja varajase inimesäilmete leiukohad

Euroopa vanimad koopamaalingud ning elevandiluust plastilised figuurid on ligi 30 000 aastat vanad.

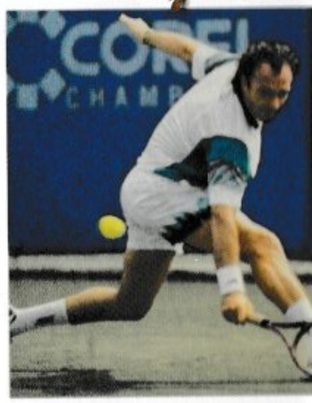
Samal ajal tänapäeva inimese eellastega elasid Maal ka **neandertallased** (umbes 120 000 kuni 30 000 aasta eest). Need sarnanesid mõneti tänapäeva inimesega, kuid neid iseloomustas jässakas kehaehitus ja kohmakas kõnnak. Nägu ilmestasid tugevad kulmukaared ja jõuline lõualuu. Neandertallased olid osavad kütid, kes elasid koobastes või omavalmistatud lihtsamates elamutes. Neil kujunes välja komme matta surnuid. Mingitel teadmata põhjustel surid neander-

tallased välja. Arvatakse, et neandertallased moodustavad inimese sugupuus ühe kõrvalharu.

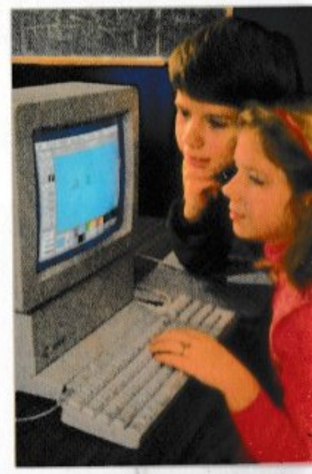
Pärisinimesest arenesid kõik inimrassid. Viimase 30 000 aasta jooksul pole inimene oma välimuselt oluliselt muutunud. Siiski on tänapäeva inimene oma eellastest ja ka esivanematest pikem ja sihvakam.

Inimest iseloomustab füüsilise ja vaimse töö tegemise võime. See on seotud mõtlemise, kogemuste vahetamisega. Pärisinimese arenemises oli olulise tähtsusega **kõne abil suhtlemine** ja **sümbolitega keele** teke. See võimaldas informatsiooni ja kogemusi kaaslastele ning järglastele edasi anda, neid õpetada ning kasvatada. Inimese aju areng on teinud võimalikuks kultuuri tekke. Kultuuri abil säilitatakse ja antakse teadmised ning oskused edasi järglastele. Kui esmalt talletati teadmised ja oskused ainult mälus, siis hiljem hakati neid üles kirjutama. Vahendajateks kujunesid alguses joonistused, seejärel raamatud ning tänapäeval mitmesugused elektroonilised infokandjad, näiteks magnetofonid, videokassetid, CD-plaadid. Nendele talletatud informatsiooni on võimalik säilitada pikka aega ning kasutada siis, kui vaja.

Võrreldes teiste organismirühmadega, on inimene elanud Maal üsna vähe aega. Kuid selle aja jooksul on inimkultuuri areng põhjustanud palju probleeme. Nendeks on inimeste arvu kiire kasv, loodusvarade hävitamine ja elukeskkonna saastamine. Inimese võimuses on oma tegevust suunata, et inimkond saaks püsida veel pikka aega.



8.27. Tänapäeva inim
oma eellastest pikem ja



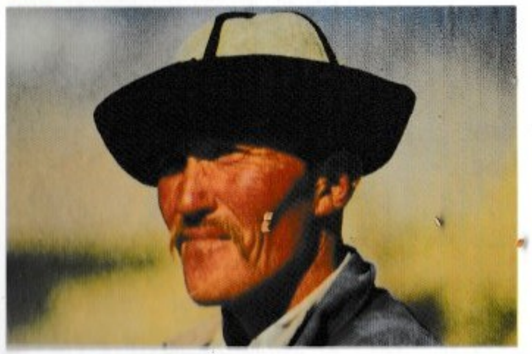
8.28. Tänapäeval t
suur osa informatsiooni
nilistel infokandjatel

8.8. Inimrassid

Kõik inimesed kuuluvad ühte ja samasse liiki – Homo sapiens, sõltumata nahavärvusest, välimusest ja rahvuslikust kuuluvusest. Kõik inimesed võivad omavahel anda viljakaid järglasi. Kui me liigume maailmas ringi, siis veendume õige pea, et kõik inimesed ei näe välja nagu meie ja meie lähimad naabrid. Osa on kollaka nahavärvusega, teised pruuni või peaaegu musta nahaga. Lisaks nahavärvusele on erinevusi ka keha ja näo kujus. Inimese arengu käigus on ajalooliselt kujunenud piirkondlikud inimeste rühmad, mis erinevad üksteisest nahavärvuse ja kehaehituse poolest. Neid inimeste rühmi nimetatakse **rassideks**.

Inimrassid on kehaehituse pärilike tunnuste poolest sarnaste inimeste ajalooliselt kujunenud piirkondlikud rühmad.

Rasside eristamiseks kasutatakse mitmesuguseid tunnuseid. Esimese järgu tunnused on naha ja karvade värvus, juuste kuju, habemekasv, nina ja huulte kuju. Teise järgu tunnused on kasv, pea ja näo kuju ning keha mõõtmed. Inimkond jaotatakse kolme põhirassi: negriidid (mustad), europiidid (valged) ja mongoliidid (kollased). Põhirassid jaotatakse omakorda kuni 22 rassi.



8.20. Erinevad inimrassid

Negriidide tüüpiliseks esindajaks on **neegrirass**. Seda iseloomustab tume nahavärvus, krässus juuksed, piklik peakuju ja lai nina, paksud huuled ning enamasti suur kasv. Maailma pikimad ja ka lühimad inimesed kuuluvad neegrirassi, mis asustab Aafrikat lõuna pool Saharat.

Europiidide tunnused on küllaltki varieeruvad. Neil on hele kuni pruun nahk, kitsas nina, kitsad huuled. Silmade ja juuste värv varieerub heledast tumedani. Ka pikkuselt võivad nad olla väga erinevad, juuksed on sirged või lokkis. Lõunapoolsetel aladel elavatele europiididele on iseloomulik tumedam juuste, naha ja silmade värvus, põhjapoolsetel aladel elavad europiidid on heledate juuste, heledamate silmade ning heledama nahaga.

Ka **mongoliidide** põhirassi kuuluvad välimuselt erinevad inimgrupid. Üldiselt on neile iseloomulik väike kasv, kollakas või punakas nahk, kõrged põsenukid, tumedad tihedad sirged juuksed, pilukil silmad, suhteliselt lai nina, vähene habemekasv. Sellesse põhirassi kuuluvad ka Ameerika indiaanlased.

Peale nende põhirasside esineb palju segarasse, mis on kujunenud nende piirialadel. Tänapäeval on inimrassid tugevasti segunenud ning leidub palju üleminekuvorme.

Eestlased kuuluvad europiidide hulka. **Neile on iseloomulik roosakas kuni kahvatuvalge nahk, heledama värvusega silmad, blondid või heledamad juuksed. Kasvult kuuluvad eestlased Euroopa pikakasvuliste rahvaste hulka. Mitmete tunnuste alusel eristatakse eestlastel kaks rassitüüpi: sihvakas pika pea ja kitsa näoga läänebalti tüüp ning jässakam lühema pea ja laiema näoga idabalti tüüp. Esimene tüüp on valdav Lääne-Eestis, teine Ida-Eestis.**

Järgnevas tabelis on esitatud mõned tänapäeva eestlasi iseloomustavad antropoloogilised andmed.

Tunnus	Mehed	Naised
Keskmine kasv	176 cm	163,3 cm
Keskmine kehakaal	73,0 kg	63,5 kg
Rindkere ümbermõõt	94,0 cm	86,0 cm
Õlalaius	39,8 cm	36,0 cm
Puusalaius	29,0 cm	28,4 cm
Käte siruulatus	185,2 cm	168,0 cm
Kopsumaht	5,4 l	3,7 l

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Milline tänapäeval elav loomarühm on inimesele arenguliselt kõige lähedasem sugulane? Nimetage mõned liigid?
2. Loetlege inimese liini tähtsamad esindajad? Iseloomustage neist igaühte lühidalt.
3. Milliste tunnuste poolest erinevad tänapäeva inimesed oma esivanematest?
4. Millist osa pärisinimese arengus on etendanud kõne abil suhtlemine ja sümbolite keele teke?
5. Mis on inimrass? Milliseid tunnuseid kasutatakse rasside eristamiseks?
6. Loetlege peamised inimrassid ja iseloomustage neid.
7. Millise rassi hulka kuuluvad eestlased?

KOKKUVÕTE

Bioloogilise evolutsiooni all mõistetakse elusloodu ajaloolist arenemist esimestest elusolenditest tänapäevasteni. Oletatakse, et elu Maal sai alguse umbes 4 miljardi aasta eest vees. Esimesed elusorganismid olid väikesed ja lihtsa ehitusega üherakulised organismid, mis sarnanesid bakteritega. Hulkraksed taimed ja loomorganismid kujunesid hiljem. Maismaale levisid esmalt taimed (eostaimede hulka kuuluvad ürgsamblad ja ürgsõnajalad) ja seejärel loomorganismid (kahepaiksed). Taimedest tekkisid kõige hiljem katteseemnetaimed ja loomorganismidest imetajad. Inimene on Maal eksisteerinud umbes 5–7 miljonit aastat. Selle aja jooksul on tema välimus ja suurus (ka aju suurus) tugevasti muutunud. Vaatamata nahavärvile kuuluvad kõik tänapäeval Maal elavad inimesed ühte liiki, kuid erinevatesse rassidesse.

Bioloogilise evolutsiooni tõenditeks on maakoorest leitud kivistised, erinevate organismirühmade jäsemete ehituse ja lootelise arengu sarnasus, eellastele iseloomulike kehaosade ehk rudimentide olemasolu.

Bioloogiline evolutsioon on aeglane protsess, mis jätkub ka käesoleval ajal. Sellest annab tunnistust uute omadustega elusorganismide kujunemine.

Maakeral on miljonite aastate jooksul elanud palju elusorganismi liike. Osa nendest on välja surnud, osa elab edasi. Nende kõrval kujunevad välja ka uued liigid. Need tekivad pika aja jooksul. Liigitekke eelduseks on organismide geneetilised muutused ja organismirühmade sattumine isolatsiooni. Inimene on õppinud liigitekke protsessi lühendama, luues uusi taimesorte ja loomatõugusid.

Elusorganismide arengut suunab looduslik valik kohastumuste kaudu. Organismid peavad pidevalt kohastuma muutuvate elutingimustega ja võitlema ellujäämise eest. Järglasi annavad ainult kõige sobivamate omadustega isendid. Kohastumused on kasulikud vaid niisugustes elutingimustes, millistes nad välja kujunesid.

Et saada ülevaadet elusloodu suurest liigirikkusest, on koostatud elusloodu süsteem. Süstematiseeritakse kindlate reeglite järgi. Kõige väiksem süstematiseerimise üksus on liik. Sarnased liigid ühendatakse perekonda, perekonnad sugukonda, sugukonnad seltsi, seltsid klassi, klassid hõimkonda ja hõimkonnad riikideks. Süstematiseerimisel antakse igale kindlate tunnustega organismirühmale ladinakeelne nimetus.

9. Biosfäär ja looduse mitmekesisus

9.1. Biosfäär

Biosfääriks nimetatakse Maa seda osa, mida asustavad elusorganismid. Biosfääril võib eristada kolme osa.

1. Õhukeskkond ehk atmosfääri alumine osa, kus elusorganismid võivad kanduda kuni 25 km kõrguseni. Õhukeskkonda kasutatakse ainult liikumisel või toidu otsingul. Õhus suudavad lennata putukad, linnud ja nahkhiired. Osa loomi viibib õhus passiivselt, st nad ise ei lenda, kuid neid kannavad edasi õhuvoolud. Ämblikud kasutavad õhus edasiliikumiseks oma võrguniiti. Õhuvoolud tõstavad koos tolmuga üles arvukalt mikroorganisme.

2. Maa pindmine kiht 5–6 m sügavuseni. Nii sügavale tungivad elusorganismid harva, tavaliselt asustavad nad mõnekümne sentimeetri paksust huumusrikast pindmist mullakihti. Mulla tekkes on elusorganismidel olnud ja on ka praegu oluline osa. Tuntud mulla kobestajad on vihmaussid. Enamik mullas elavatest organismidest on inimesele nähtamatud oma mikroskoopiliste mõõtmete tõttu.

3. Veekeskkond, kus tuleb omakorda eristada kahte osa – mageveekogud (jõed ja järved) ning soolase veega mered ja ookeanid, mis on eriti sügavad. Elusorganisme on leitud isegi kõige sügavamatest mere osadest (kuni 11 000 m sügavuselt).

Biosfääri kujunemisele on tugevat mõju avaldanud möödunud aegadel elanud ja ka tänapäeval elavad organismid.

Maakera eri osades on elutingimused erinevad. Suurte, suhteliselt ühetaoliste elutingimustega maa-ala elustikku nimetatakse **bioomiks**. Tuntumad **bioomid** on tundra, taiga, parasvöötme heitlehine mets, rohtla, poolkõrb ja kõrb ning troopiline vihmamets. Iga bioomi taimkate kajastab kliima põhijooni ning määrab loomade elutingimused ja elupaigad. Bioomid jagatakse omakorda taimegeograafilisteks provintsideks. Nende eristamisel lähtutakse alale ehk provintsile iseloomulikest taimeliikidest. Bioomi hulka kuuluvad ka inimtegevuse tulemusel muutunud elupaikade elustikud.

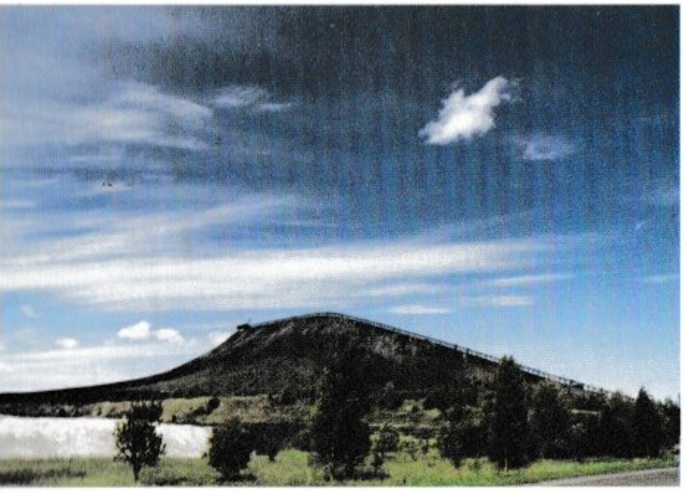
Inimkond mõistab üha selgemini, et loodust tuleb hoida mitte ainult üksikuid liike või objekte (kivi, puu, järv) kaitstes, vaid tervikuna. Sealjuures ei saa inimest kaitstavatelt aladelt ära viia. Inimene peab õppima elama looduses, viimast kahjustamata. Selleks et säilitada bioomile iseloomulikku loodust võimalikult suurtel aladel, on loodud suured biosfäärikaitsealad. **Biosfäärikaitsealad** on suured piirkonnad, kus säilitatakse mingit tüüpilist ala loodusest (bioomist) kui tervikust. Tavaliselt on sellel territooriumil üks või mitu **reservaati** ehk ala, kus inimeste viibimine on keelatud, vältimaks nende kahjulikku mõju säilitatavale alale. Ka teadlased külastavad neid paiku ainult äärmisel vajadusel, et jälgida, kuidas loodusmaastik areneb ilma inimese vahele segamata. Biosfäärikaitseala üldisem eesmärk on aga säilitada ja uurida kaitstavaid ökosüsteeme ning võrrelda neid aladega, mis inimese elutegevuse tagajärjel on muutunud või muutumas. Seepärast rajatakse need kaitsealad piirkondadesse, kus inimene pole loodust oluliselt muutnud. Ainuke biosfäärikaitseala Eestis on Lääne-Eesti saarestiku biosfäärikaitseala.

9.1. Üheks bioomiks on kõrb

9.2. Vaika saared kuuluvad Lääne-E biosfäärikaitsealasse

Bioomi tüüpe on maailmas 14 ning taimegeograafilisi provintse 193. Teadlaste soovituste järgi peaks igas taimegeograafilises provintsis olema vähemalt üks biosfäärikaitseala. Tegelikult on biosfäärikaitsealasid maailmas üle 283, seega on mõnedes taimegeograafilistes provintsides neid isegi mitu.

9.2. Looduse mitmekesisus



Inimtegevuse tõttu muutunud maastikus on hävinud ude organismide elupaigad

Elukeskkonda iseloomustavad ühelt poolt elusorganismide, näiteks liikide omavahelised suhted, teiselt poolt eluta looduse ja elusorganismide vahelised keerulised vastastikused suhted ja seosed. Selline suhete süsteem moodustab ökosüsteemi, s.o terviku, mis hõlmab looduse elusosa ja eluta osa. Ökosüsteeme on mitmesuguseid. Arktika ja Antarktika alade ökosüsteemid on liigivaesed, sest elutingimused nendel aladel on karmid. Liigirikkaimad on ökosüsteemid troopilistel aladel ekvaatori piirkonnas. Liikide ja nende elupaikade paljusust nimetatakse bioloogiliseks mitmekesisuseks.

Bioloogiline mitmekesisus ehk biodiversiteet on erinevate elusorganismide liikide ja nende elupaikade paljusus.

Mõiste on võetud kasutusele selleks, et iseloomustada maakera erinevate taimede, loomade, seente ja mikroorganismide **liikide** ning nende **elupaikade** rikkust. Vajadus maailma elustiku kaitsmiseks on tekkinud seoses rahvastiku kasvuga. Inimesed harivad üles järjest rohkem looduslikke alasid, raiuvad maha metsi, reostavad meresid ja ookeane, hävitades sellega paljude elusorganismide elupaigad. Kui aga elupaik on hävitatud, hävib ka seda asustanud liik.

Bioloogiline mitmekesisus avaldub mitmel tasandil.

- **Pärilikkuse kandjate ehk geenide paljususe tasandil.** Geenide kombineerumise võimaluste arv siin on praktiliselt piiramatu. See annab materjali looduslikule valikule ja mitmekesisuse kasvule.
- **Liikide mitmekesisuse ehk liigirikkuse tasandil.** Troopilistel aladel on liigirikkus suurem, pooluste suunas see väheneb.
- **Elupaikade või kasvukohtade (ökosüsteemide) paljususe tasandil**. Maapinna reljeefist ja klimaatilistest tingimustest põhjustatuna kujunevad väga eriilmelised kasvukohad ja elupaigad. Iga liik on kohastunud elama ainult talle sobivas kasvukohas või elupaigas.

Mida mitmekesisemad on elutingimused, seda rohkem liike on võimelised seal koos elama. Näiteks on suurtel arktilistel aladel üsna

le looma- ja taimeliikidele. Troopilistel aladel on elupaigad ja -tingimused väga mitmekesised. Kui jahedamatel aladel võib päeva jooksul püüda näiteks ühe liblikaliigi mitukümmend isendit, siis troopikas võib kerge vaevaga püüda mitmekümne liblikaliigi isendeid, kuigi igaüht neist on suhteliselt vähe.

Bioloogilist mitmekesisust käsitatakse kui loodusvara, mida tuleb hoida ja kaitsta ning kasutada säästvalt.

Mõiste **biodiversiteet** võeti esmakordselt kasutusele 1992. aastal Rio de Janeiros toimunud ülemaailmsel looduskeskkonna ja elusorganismide kaitset käsitleval konverentsil. Seal kirjutasid maailma paljude riikide juhid alla lepingule looduse mitmekesisuse kaitsest ja võtsid kohustuse oma riikides neid põhimõtteid ellu viia.

Üldiste bioloogilise mitmekesisuse kaitse põhimõtete järgi tuleb elukeskkond säilitada võimalikult muutumatuna, kuna seni on inimtegevus väga palju muutnud looduskeskkonda.

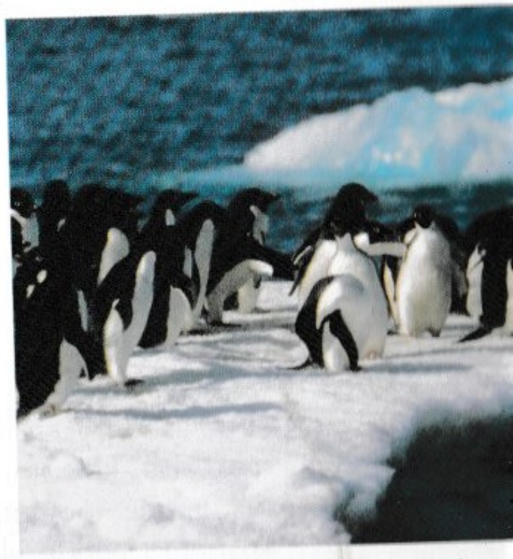
Tavaliselt mõistetakse bioloogilise mitmekesisuse all liikide paljusust ehk liigirikkust. Täpselt ei teata, kui palju elusorganismide liike maakeral elab; arvatakse, et 1,6 miljonit. Mõnede teadlaste arvates on see arv aga mitu korda suurem. Et kõik taime- ja loomaliigid on looduses vajalikud, tuleb neid hoida. Selleks on vaja säilitada nende elupaiku ja kasvukohti.

Järgneval leheküljel olevas tabelis on toodud taime- ja loomaliikide üldarv piirkonniti ja ka nende liikide arv, keda esineb ainult nimetatud riigi territooriumil. Siit näeme, et näiteks Soomes ei ole ühtegi taime- ega loomaliiki, kes ainult seal elaks. Eestis on kaks taimeliiki, keda mujal maailmas ei kasva ja kellele tuleb siin säilitada vajalikud elupaigad. Need on **saaremaa robirohi** ja **eesti soojumikas**. Madagaskaril on aga vähemalt 5000 taime- ja 67 imetajaliiki, kes ainult seda saart asustavad, ka kõigile neile tuleb säilitada nende elukeskkond.

Et vältida liigilise mitmekesisuse vähenemist, peab oma elu kujundamisel lähtuma loodust hoidvast ja loodusvarade kasutamist säästvast eluviisist.

9.4. Troopilises vihmametsas kasvab hestikku palju erinevaid puuliike

9.5. Saaremaa robirohi kasvab ainu Eestis



9.6. Arktikas elab väga vähe loom kuid ühte liiki loomi võib olla arvuka

Liigirikkuse võrdlus mõnede riikide territooriumidel

Piirkond	Taimed	Kasvab ainult selles piirkonnas	Imetajad	Elab ainult selles piirkonnas
Eesti	1450	2	65	0
Soome	1040	0	60	0
Filipiinid	8 000	40	166	90
Equador	20 000	4 000	271	21
Madagaskar	10 000	5 000	105	67

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on biosfäär?
2. Nimetage biosfääri osad ja iseloomustage neid.
3. Mis on bioom? Nimetage peamised bioomid.
4. Mis on biosfäärikaitseala?
5. Mis on biodiversiteet?
6. Mitmel tasandil biodiversiteet avaldub? Selgitage nende sisu.
7. Võrrelge Eesti liigilist mitmekesisust Soome ja Madagaskari omaga. Milliseid erinevusi leiate?

KOKKUVÕTE

Maa seda osa, mida asustavad elusorganismid, nimetatakse biosfääriks. Biosfääril eristatakse kolm osa – õhukeskkond, maa pindmine kiht (5–6m) ja veekeskkond. Biosfäär jaotatakse bioomideks, millest tuntumad on tundra, taiga, parasvöötme heitlehine mets, rohtlad, poolkõrbed, kõrbed ja troopiline vihmamets. Bioomidele iseloomuliku elustiku kaitseks on loodud biosfäärikaitsealad. Eestis on selleks Lääne-Eesti saarestiku biosfäärikaitseala.

Elukeskkonda iseloomustavad ühelt poolt elusorganismide, teiselt poolt eluta looduse ja elusorganismide vahelised keerulised vastastikused suhted ja seosed. Bioloogiline mitmekesisus ehk biodiversiteet iseloomustab maakera erinevate taimede, loomade, seente ja mikroorganismide liikide rikkust ning nende elupaikade rikkust ja väljendub kolmel tasandil – geenide paljususe, liigirikkuse ja elupaikade rikkuse tasandil.

10. Inimühiskond ja keskkonnakaitse

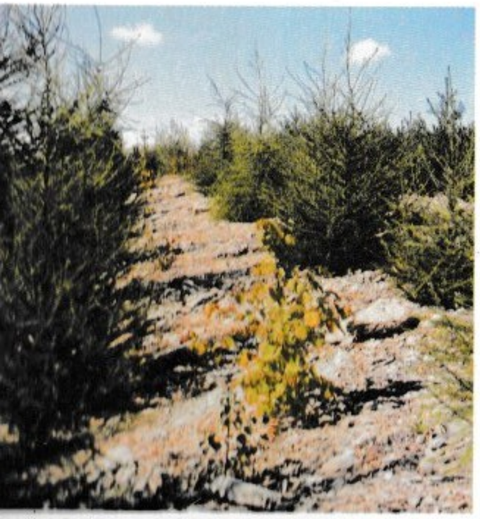
10.1. Keskkonnakaitse mõiste ja eesmärgid

Enne, kui asuda tutvuma keskkonnaga seotud probleemidega, tuletame meelde, mis on keskkond.

Keskkonna mõistet võib vaadelda mitmest aspektist. Kui me sukeldume vette, siis võime öelda, et sattusime veekeskkonda, kui vaatleme õhus lendavaid linde, siis ütleme, et nad liiguvad õhukeskkonnas. Kui aga kaevame maapinda, siis räägime mullakeskkonnast. Kui keskkonna defineerimisel võtta aluseks ka bioloogiline aspekt, siis võiksime keskkonna mõistet defineerida järgnevalt.

Keskkond ehk elukeskkond moodustub eluta ja elusa looduse teguritest, mis mõjutavad organisme, sealhulgas ka inimest.

10.1. Põlevkivi lahtine kaevandamine kahjustab looduskeskkonda



10.2. Kaevandatud aladele istutatakse

Lisaks looduskeskkonnale eristatakse veel näiteks tehis-, sotsiaalset ja kultuurilist keskkonda, kõik need on seotud inimkonna tegevuse ja arenguga.

Keskkonnakaitse on inimeste loodud abinõude süsteem inimese ja looduse vaheliste suhete reguleerimiseks, et vähendada ja vältida inimese elukeskkonna saastamist ning säilitada looduskeskkonda.

Inimtegevuse tagajärjel on sageli looduskeskkond rikutud või isegi hävitatud, näiteks pärast metsade raiumist ja maavarade kaevandamist. Keskkonnakaitse seisukohalt tuleb pärast maaala kasutamist rikutud keskkond taastada: raiesmikule istutada uued puud, kaevandatud alad aga tasandada ja metsastada. Keskkonnakaitse lähtub loodusvarade võimalikult säästlikust kasutamisest. Ühe loodusvara kasutamisega ei tohi kaasneda teise loodusvara raiskamist. Näiteks tuleb tulevase lahtise kaevanduse kohalt eelnevalt langetada mets ja eemaldada viljakas pindmine mullakiht, turbarabast kõrvaldada turvas jne.

Keskkonnakaitset reguleerivad rohked **seadusandlikud aktid** ja **rahvusvahelised konventsioonid (kokkulepped)**. Et lahendada ühiseid keskkonnaprobleeme, on riikide vahel sõlmitud hulgaliselt keskkonnakaitset käsitlevaid leppeid ning kehtestatud normatiive ja piiranguid.

Keskkonnakaitses on tähtis pidev keskkonnaseisundi jälgimine ehk **monitooring**. Selleks kogutakse andmeid paljude keskkonnaga seotud nähtuste (temperatuur, saasteainete sisaldus õhus ja vees, loomade ja taimeliikide elu- ja kasvutingi-

museed jne) kohta. Vaatluste alusel koostatakse teatud perioodide järel keskkonnaseisundi hinnang ja prognoos.

Hinnang annab teavet keskkonna hetkeseisundi kohta. **Prognoos** võimaldab ennustada, mis toimub keskkonnaga lähitulevikus.

Kui kavatsetakse teha töid, mis on seotud suuremate keskkonna ümberkorraldustega, siis tuleb eelnevalt läbi viia **ekspertiis**. Ekspertiis on spetsialistide uurimustöö tulemusena antav hinnang kavandatavate muutuste mõjust keskkonnale. Ekspertiisi tulemustest selgub, kas kavandatavat tööd võib etta võtta ja millistel tingimustel seda teha. Ekspertiis annab vastuse ka küsimusele, milliseid tagajärgi see tegevus endaga tulevikus kaasa võiks tuua.

Tähtsamad keskkonnakasutust ja -kaitset reguleerivad rahvusvahelised lepingud ja konventsioonid, millega Eesti on ühinenud.

Leping või konventsioon	Lepingu eesmärk	Eesti ühinemise aasta
1. Üldleping Läänemere keskkonnakaitsest (Helsingi konventsioon)	Läänemere kaitse	1992
2. Merekaitse üldleping (Londoni *dumping*leping)	Lõpetada jäätmete tahtlik merre suunamine	1992
3. Üldleping ohtlike jäätmete kõrvaldamise kohta (Baseli konventsioon)	Keelustada ohtlike jäätmete väljavedu teistesse riikidesse	1992
4. Üldleping Euroopa algupärase looduse ja elupaikade kaitseks (Berni konventsioon)	Euroopa taimestiku ja loomastiku ning nende elupaikade kaitse	1992
5. Konventsioon kalapüügist ja eluressursside säilitamisest Läänemeres ja Taani väinades (Gdanski konventsioon)	Korraldada kalapüügikvootide jaotamine riikide vahel	1993
6. Üldlepe rahvusvahelise tähtsusega märgaladest lindude elupaikadena (Ramsari konventsioon)	Lindude pesitsus- ja sulgimispaikade kaitse	1993
7. Ohustatud looma- ja taimeliikide rahvusvahelist kaubastamist puudutav konventsioon (Washingtoni konventsioon)	Lõpetada ohustatud taime- ja loomaliikidega kaubitsemine ja korraldada rahvusvaheline järelevalve	1993
8.Bioloogilise mitmekesisuse konventsioon (Rio konventsioon)	Maailma ja eriti troopiliste vihmametsade liigirikkuse kaitse	1994
9. ÜRO kliimamuutuste konventsioon	Pidurdada kasvuhoonegaaside tootmist ja metsade hävimist	1994

atahtlikke keskkonnakaitse organisatsioone maailmas

ganisatsioon	Asutamise aasta	Tegevuse eesmärk
Rahvusvaheline oduskaitse Liit (IUCN)	1948, peakorter Glandis, Šveits	Looduskaitse-alase tegevuse koordineerimine ja taastuvate loodusvarade säästev kasutamine
Maailma Looduse nd (WWF)	1961, Šveits	Hankida raha IUCN-i projektidele ja ohustatud liikide päästmiseks ning looduskaitsealade asutamiseks arengumaades
Greenpeace	1971	Kaitsta loodust ja rahu maailmas
Rooma Klubi	1968	Rahvusvaheline teadlaste ja poliitikute aruteluja uurimiskollektiiv, kes huvitub loodusressurside küsimusest ja inimkonna tulevikust
Worldwatch Institute	1974	Andmete kogumine maakera keskkonnaseisundi kohta. Annab välja hinnatud raamatut "Maailma seisund"

atahtlikke keskkonnakaitsega seotud organisatsioone Eestis

Organisatsioon	Asutamise aasta
1. Eesti Looduseuurijate Selts	1853 vanim selts Eestis
2. Teaduste Akadeemia Looduskaitse Komisjon	1955
3. Tartu Üliõpilaste Looduskaitsering	1958
4. Eesti Looduskaitse Selts	1966
5. Eesti Ökoloogiakogu	1978
6. Eesti Roheline Liikumine	1988
7. Eestimaa Looduse Fond	1991

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on elukeskkond ja milles seisneb selle eripära?
2. Selgitage oma sõnadega, mis on keskkonnakaitse.
3. Kuidas on inimesel võimalik tegutseda nii, et ta ei hävitaks loodust? Kas see on üldse võimalik?
4. Tooge näiteid oma kodukoha lähimast ümbrusest selle kohta, kus inimene on oma tegevusega rikkunud loodust või vastupidi, seda taastanud.
5. Selgitage mõisteid hinnang, prognoos, ekspertiis.

10.2. Maailma rahvastiku kasv

Inimene on alati mõjutanud oma tegevusega loodust. Rahvastiku kiire kasv tänapäeval tekitab globaalprobleeme, sest inimestel on kujunenud sarnased soovid ja käitumine. Kõik tahavad käia võimalikult moodsalt riides, omada raadiot, televiisorit, autot jne.

Kaubatootmine on suurenenud 50 korda, sellest 4/5 pärast 1950. aastat. Sellega kaasneb tohutu energia kulutamine ja jäätmete kuhjumine. Näiteks on arenenud tööstusriikides energia tarbimine tõusnud viimase 100 aasta jooksul 10 korda, sealjuures 3/4 sellest pärast 1950. aastat.

Maailma rahvastiku kiire juurdekasv on tõsine probleem. Inimeste arv maakeral suureneb pidevalt, eriti kiiresti viimastel aastakümnetel (umbes 200 000 inimest ööpäevas).

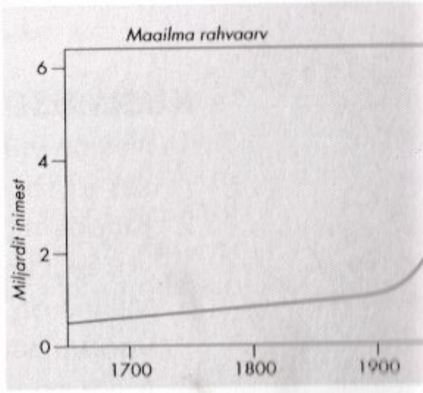
Paranenud elutingimused ja meditsiin on loonud eeldused inimese keskmise eluea pikenemiseks. See tähendab aga seda, et inimeste arv maakeral kasvab. Eriti kiire on juurdekasv aladel, kus seni oli suur suremus ning peres palju järglasi. Koos elu kvaliteedi tõusuga väheneb järglaste arv. Seda tõendavad andmed arenenud riikide kohta. Käesoleval ajal ongi tähtsaim ülesanne selgitada arengumaade inimestele järglaste arvu piiramise vajadust, sest inimeste arvu piiramatu kasv tekitab tõsiseid keskkonnaprobleeme. Kasvab toiduainete vajadus, vaja on uusi põllu- ja karjamaid. Suureneb keskkonna saastamine elutegevuse jääkproduktidega jne.

Probleemiks on ka rahvastiku linnastumine. Praegu on see suurem arenenud maades, kuid linnad kasvavad jõudsalt just arengumaades. Ennustatakse, et aastaks 2020 arengumaade linnarahvastik kolmekordistub. Eriti kiire on linnarahvastiku juurdekasv Aafrikas. Linnade ehitamiseks vajatakse üha rohkem maad, sealhulgas ka viljakat pinda. Suured linnad saastavad rohkem õhku ja ümbritsevat keskkonda. Suurlinnade elanikud vajavad toitu, mida nad ise ei kasvata, seega tekivad transpordi probleemid jne.

Eestis ei ole lähiajal karta ülerahvastust. Vastupidi, Eesti elanike arv väheneb pidevalt. Vähenemise põhjusi on mitmeid. Üheks põhjuseks on üldine heaolu tõus. Eestis on tavaks

Aeg, mis kulub maailma rah juurdekasvuks 1 miljardi võrra neb järjest

Aastad	Rahvaarv miljardites	Ajavah aast
1825	1	2 000
1925	2	10
1960	3	3
1975	4	1
1987	5	1



10.3. Arengumaades kiireneb linnastumine

võimaldada lapsele hea lapsepõlv ning haridus. Kõik see nõuab palju energiat. Inimesed ei taha end siduda ainult laste kasvatusega, sest elu pakub palju muid võimalusi. Kui elanikkonna vähenemist peatada ei suudeta, võivad tekkida teist laadi raskused kui ülerahvastuse korral. Meil ei jätku enam inimesi ühiskonna normaase elu tagamiseks riigis. Vähene tööliste hulk ei suuda tagada näiteks laste kasvatamiseks ja vanurite ülalpidamiseks vajalikke tulusid.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Mis on viimasel ajal maailmas muutunud inimeste käitumises ja soovides?
2. Kuidas mõjutab üha suurenev tarbimine inimest ümbritsevat keskkonda?
3. Milline on erinevus arengumaade ja arenenud maade rahvaarvu suurenemise vahel?
4. Mille poolest erineb pere planeerimine arengumaades ja arenenud riikides?
5. Milliseid probleeme tekitab rahvastiku linnastumine? Kus on see eriti kiire?
6. Millises Eesti piirkonnas on tekkimas suurlinnale iseloomulikud probleemid?
7. Miks Eestis ei ole lähiajal karta ülerahvastuse probleemi?

10.3. Inimkonna toiduprobleemid

Üks tähtsamaid inimkonna eksisteerimist mõjutavaid tegureid on toit. Arenenud riikides on seni suudetud elanikkonda toiduga rahuldavalt varustada, seda jääb isegi üle. Ent paljudes maakera piirkondades inimesed nälgivad. Seal ei piisa enam traditsioonilistest toidu hankimise viisidest, et varustada üha kasvavat elanikkonda vajalike toiduainetega. Eriti raske on olukord vähearenenud aladel, näiteks Aafrikas. Suured maa-alad ei ole põlluharimiseks ega karjakasvatuseks kõlblikud. Seetõttu hävitatakse põldude rajamiseks sobivatel aladel ulatuslikult metsa, karjamaad on ülekarjatatud. Tulemuseks on viljatute alade laienemine ja uute kõrbete teke.

Viljatute alade teket soodustab ka vale maaharimine. Selle tagajärjel kannab tuul või vesi viljaka mulla ära, toimub erosioon. Erosiooni tõttu hävib maailmas igal aastal üle 25 miljoni tonni mulda.

Toiduprobleemi lahendamiseks otsitakse pidevalt uusi võimalusi. Üks võimalus on tõsta vähearenenud riikide elanikkonna üldist haridustaset. See võimaldaks võtta kasutusele uusi, saagikamaid kultuurtaimede sorte ja arendada täiuslikumaid põlluharimisvõtteid.

10.4. Arengumaa takse järjest rohk de asemele põld

Maailmas on 75–80 000 söödavat taimeliiki, nendest umbes 7000 osatakse kasutada toiduks. Toiduainete tootmine rajaneb vaid umbes 30 kultuurtaimel. Neist tähtsamad on nisu, riis, mais ja kartul. Ligi 2/3 inimkonnast sööb peamiselt taimetoitu.

Praegu tuntakse maailmas üle 100 liigi koduloomi. Neist tähtsamad on erinevad veise-, sea-, lamba- ja kodulinnutõud.

Teiseks võimaluseks toiduprobleemi lahendamisel on muuta toitumisharjumusi. Kasvatada tuleks ainult kõrge toitainesisalduse ja saagikusega kultuurtaimi ning loomatõuge. Toidupuuduse all kannatavates piirkondades tuleks piirata inimeste juurdekasvu. Abi oleks ka arenenud riikide toiduainete ülejääkide müügist. Kuid siinkohal puutume kokku uue probleemiga – see on nälgivate inimeste vaesus. Neil puudub raha, mille eest toitu osta.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Miks mõnedes maailma piirkondades on toitu piisavalt, teistes aga napib?
2. Milliseid tagajärgi võib põhjustada vale põlluharimine ja karjatamine? Kas oskate tuua selle kohta näiteid ka oma kodukohast?

10.4. Loodusvarade kasutamine

Toidu valmistamiseks, ruumide kütteks, elektri tootmiseks ja muuks kulutab inimkond palju energiat. Energia saadakse mitmesugustest loodusvaradest. Loodusvarad võib jaotada taastuvateks (muld, vesi, tuul, puit, turvas) ja mittetaastuvateks (metallimaagid, põlevkivi, kivisüsi, põlevkivi, nafta ja gaas).

Päikeseenergiat oskab inimene otseselt kasutada veel üsna halvasti. Peamiseks energiaallikaks on miljonite aastate eest tekkinud fossiilsed kütused – põlevkivi, kivisüsi, nafta ja maagaas. Nende varud on aga piiratud. Seetõttu tuleb neid kasutada väga säästlikult. Fossiilsete kütuste põletamisega kaasneb ka suur keskkonna saastamine: õhku lendub palju tahma, lämmastiku- ja väävliühendeid. Selle vältimiseks tuleb leida ökonoomsemaid ja keskkonnasõbralikumaid energia saamise mooduseid, näiteks vee- ja tuuleenergia kasutamine.

0.5. Turba kogumine turbarabas

0.6. Pidevalt kasvav vajadus puidu ja kütu- lärele on seadnud ohtu metsade säilimise

Turbas ja puidus toimub energia talletamine ka käesoleval ajal. See on aga väga aeglane protsess, eriti turba moodustumisel. Kui metsa taastumisele saab inimene kaasa aidata metsa istutamisega, siis turba taastumist ei saa ta mõjutada.

Metsade majandamine. Mets on inimesele mitmeti vajalik. Kaua aega oli mets koht, kust võis hankida toitu ja leida kaitset. Mets on üks põhilisi hapniku allikaid maakeral. Pidevalt kasvav vajadus kütuse, puidu ja uue põllumaa järele on seadnud metsade säilimise suurde ohtu. Euroopas ja Põhja-Ameerikas ongi aegade jooksul juba enamik metsi hävitatud. Tänapäeval saadakse arenenud riikides aru metsade hoidmise vajadusest ning metsi on hakatud juurde istutama. Inimesed on õppinud metsa hoidma ja käesoleval ajal tegeldakse nende pindala laiendamisega.

Teine olukord valitseb troopilistes vihmametsades. Seal on hoogustunud metsade raiumine. Kord juba hävinud vihmametsa ei ole aga võimalik taastada. Veel enam, koos vihmametsa kadumisega hävib ka õhuke mullakiht, tuul ja vesi kannavad selle minema ning endine vihmamets võib muutuda kõrbeks. Seetõttu püütaksegi maharaiutud vihmametsade asemele istutada kiiresti uued taimed. Nende istutamisega ei saa taastada küll vihmametsa, kuid loodetakse päästa õhuke toitainerikkam mullakiht. Vihmametsa asemel hakkavad aga seal kasvama teistsugused taimed. Käesoleval ajal hävitatakse kuu ajaga poole Eesti suurune ala troopilist vihmametsa.

10.7. Igal aastal hävib metsa mets jude tõttu

Ohuks metsadele on ka suured metsatulekahjud. Need võivad tekkida mitmetel põhjustel. Sageli on tulekahju põhjustajaks metsas tulega ettevaatamatult ümber käinud inimene. Lisaks hävinud metsale ja hukkunud loomadele teeb elukeskkonnale kahju ka metsade põlemisel õhku paiskunud suits.

Eestis on metsade olukord praegu rahuldav. Metsi raiutakse vähem, kui seda lubaks looduslik juurdekasv. Kui aga metsade raiumine oluliselt suureneb, võivad ka meil tekkida tõsised vastuolud metsa kasutajate ja kaitsjate vahel.

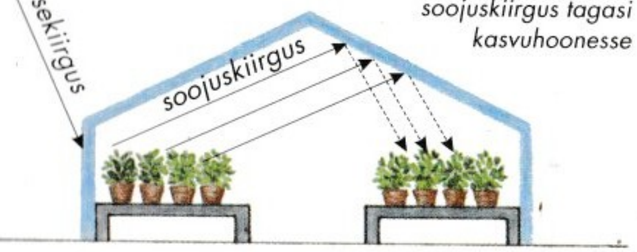
Eestis on ühe elaniku kohta 1,3 hektarit metsa, see on 4,8 korda rohkem kui Euroopa riikides keskmiselt.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Loetlege energiatootmise viisid, mille aluseks on taastumata loodusvarade kasutamine.
2. Loetlege energia tootmise viisid, mille aluseks on taastuvate loodusvarade kasutamine.
3. Kumba energia tootmise viisi kasutatakse praegu rohkem? Milline on perspektiivikam tootmisviis tulevikus?
4. Selgitage, milles seisneb metsade osa energiaringes. Milline oli metsade kasutus maailmas varem? Milline on see praegu? Milline peaks see olema lähitulevikus?
5. Milline on metsade seisund Eestis?

10.5. Keskkonna saastumine ja kaitse

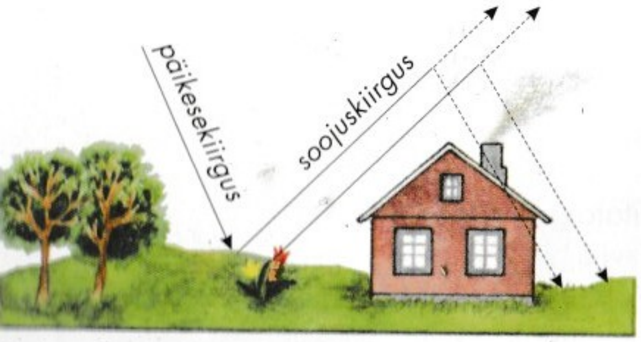
klaasilt peegeldub soojuskiirgus tagasi kasvuhoonesse



0.8. Kasvuhoones on temperatuur kõrgem kui mbritsevas keskkonnas

Energia tootmisega kaasneb elukeskkonna saastumine kahjulike gaasidega. Fossiilsete kütuste ja ka puidu põletamisel paiskub atmosfääri palju mürgiseid gaase, sealhulgas vääveldioksiidi ja lämmastikoksiidi. Lahustudes õhus olevas veeaurus, moodustavad need ühendid happeid, mis koos vihmaga (happevihmadega) satuvad maapinnale ja taimedele, kahjustades nii elukeskkonda kui ka taimi. Lisaks lahustuvatele ainetele paisatakse põlemisel keskkonda väga palju süsihappegaasi. Normaalses hulgas on see gaas taimedele eluliselt vajalik. Liiga suur süsihappegaasi sisaldus atmosfääris põhjustab aga keskkonnaprobleeme. Selle ja mitmete teiste gaaside hulga suurenemine õhus takistab soojuse hajumist atmosfäärist ja tekib niinimetatud **kasvuhooneefekt**. See seisneb Maa atmosfääri soojenemises, mille tagajärjeks on ettearvamatud kliimamuutused. Atmosfääri läbipaistvust vähendavad ka õhku paiskuvad tahked jäägid. Hiljem langevad need taimedele, takistades taimede normaalset arengut.

CO_2 ja teised saasteained takistavad soojuse hajumist atmosfäärist



0.9. Kasvuhooneefekt looduses. Ka väikesel ma- on oma osa kasvuhooneefekti kujunemisel

Selgitame kasvuhooneefekti. Kasvuhooneklaas laseb läbi päikesekiirgust, kuid ei laselabi klaasi soojuskiirgust ega veeauru. Seetõttu suurenevad kasvuhoones läbipaistva katte all niiskus ja temperatuur. Sarnane nähtus tekib Maa atmosfääris, kui õhus suureneb süsinikdioksiidi ja tolmu hulk. Planeedi atmosfäär laseb läbi päikesekiirgust, kuid neelab suurenenud süsinikdioksiidi ja tolmu sisalduse tõttu maapinnalt kiirguvat soojuskiirgust ning selle tagajärjel atmosfäär soojeneb.

Kõrgel stratosfääris paiknev **osoonikiht kaitseb elusorganisme** neile kahjuliku liigse ultravioletkiirguse eest. Viimasel ajal on maakera ümbritsev osoonikiht mitmetes kohtades hakanud vähenema. Selle üheks põhjuseks on mitmesugused õhku paiskuvad osoonikihti lagundavad kemikaalid (freoonid), mida kasutatakse näiteks külmutusseadmetes. Ka siis, kui inimesed kasutavad aerosoolpakendites deodorante, juukselakke ja õhuvärskendajaid, paiskuvad need ühendid atmosfääri. Viimasel ajal on hakatud tootma jahutusvedelikke ja aerosoole, mis on keskkonnasõbralikud ega hävita osoonikihti.

Õhu kohalik saastumine

Eespool käsitlesime üldisi õhusaaste probleeme. Sugugi vähem ei tekita muret kohalikud õhu saastajad. Eestis paiskavad õhku kõige rohkem saasteaineid suured tööstusettevõtted, elektrijaamad ja sõidukid. Õhu saastamise vähendamiseks tuleb korstnatele paigaldada filtrid, mis takistavad kahjulike ainete õhku paiskumist.

Varem olid Eestis suurteks keskkonna saastajateks näiteks Kunda tsementitehas ning Tallinna paberi- ja tselluloosikombinaat. Esimene saastas õhku ja lähimat ümbrust tsemendi tolmuga, teine kahjulike väävligaasidega. Käesolevaks ajaks on tselluloositehas likvideeritud, Kunda tsementitehase korstnatele on aga paigaldatud tolmu püüdvad filtrid, mistõttu tehas ei saasta enam nii palju loodust.

10.10. Aerosoolpakendite fääri lenduv freoon hävitab ti. Tänapäeval on hakatud teid asendama keskonnasõb

Autode heitgaaside ja veeauru segunemisel ning muundumisel tekib suitsune ja mürgine udu ehk **sudu**, mis ärritab hingamisteid. Autode heitgaasides on 3000–4000 erinevat ainet. Seetõttu on hakatud nõudma uute autode tootmisel neile heitgaaside püüdjate paigaldamist, mis vähendavad õhku paiskuvate saasteainete hulka.

Kahjulikud on ka näiteks talvel tänavatele puistatud liiva tolm, mis kevadel õhku paiskub, ning teede kattematerjali ja autokummide kulumistolm. Need ärritavad silmi ja hingamisteid. Seega on oluline linnatänavate pidev puhastamine.

Eestis võib olla õhusaastet mõningate tööstusettevõtete lähiümbruses, kuid üldiselt on õhu kvaliteet Eestis, eriti väljaspool linnu, hea.

10.11. Mitmesuguste tööst te korstnatest paiskub keskk julikke ühendeid

Keskkonna saastumine mürkidega

Keskkonnamürgid on ülemaailmne probleem. Üha kasvav inimkond vajab ka rohkem toitu ja paremaid elutingimusi. Suurema saagi saamiseks kasutatakse põllumajanduses rohkem mürke võitluseks taimi kahjustavate haiguste ja putukate vastu. Sageli häid tulemusi andvad vahendid on aga hiljem osutunud ohtlikeks ka inimesele ja teistele elusorganismidele.

Sellisteks mürkideks on näiteks kodumasinates ja elektriseadmetes kasutatavad PCB ained. Nende põlemisel tekivad väga mürgised ühendid dioksiinid. Ohtlikud on ka putukate tõrjeks kasutatav DDT ja teraviljaseemnete töötlemisel kasutatav aine metüülelavhõbe.

DDT võeti kasutusele kui efektiivne putukamürk 1942. aastal. Kahekümne aasta pärast aga selgus, et see mürk ei lagune, vaid ladestub keskkonda. DDT koguneb ka elusorganismides ning selle sisaldus võib toiduahela tipus olla miljonikordne, võrreldes tema sisaldusega vees. Seega on ta inimestele ja loomadele mürgine. DDT muudab näiteks röövlindude (kotkad) munakoore hapraks, mistõttu muna puruneb haudumise ajal. Vaatamata sellele, et arenenud riikides keelati DDT kasutamine juba ammu (Eestis 1968, Soomes 1977), kasutatakse seda arengumaades näiteks malaaria tõrjel ka käesoleval ajal.

Keskkonnale on osutunud ohtlikuks ka autokütustes kasutatav plii. Uued autod ehitatakse selliste mootoritega, milles kasutatakse ainult pliivaba bensiini.

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Millised kahjulikud tagajärjed kaasnevad energia tootmisega?
2. Selgitage, kuidas tekib happevihm.
3. Mis on kasvuhooneefekt ja kuidas see tekib?
4. Milline on osoonikihi tähtsus elusloodusele?
5. Kuidas inimese tegevus kahjustab osoonikihti?
6. Mida on ette võetud osoonikihi säilitamiseks?
7. Mis on sudu?
8. Tooge näiteid oma kodukoha õhukeskkonna suurematest saastajatest. Kas seal on sellele probleemile tähelepanu pööratud?
9. Nimetage tuntumaid keskkonnamürke ja selgitage, kuidas need võivad inimest ohustada.
10. Kuidas vältida mürkide sattumist toiduahelatesse?

Veekeskkonna reostus

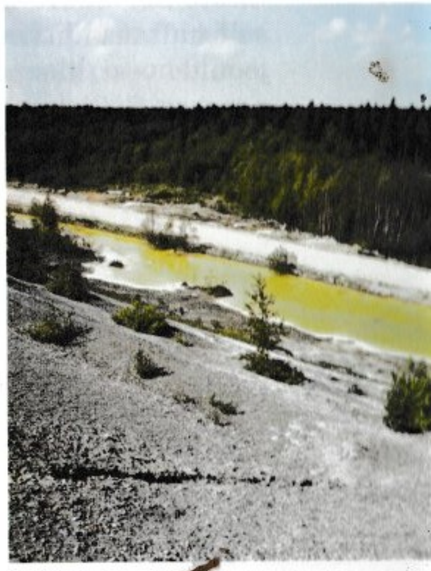
Vesi on elusorganismidele eluliselt vajalik. Seoses inimeste arvu suurenemisega kasvab ka vee tarbimine. Tahkete jäätmete kõrval tekib üha enam ka vedelaid jääkaineid, millega kaasneb veekeskkonna reostus. Aastasadu on inimene harjunud oma olmevett juhtima veekogudesse, sest see on mugav. Tänapäeval ei paisata veekogudesse ainult olmejäätmeid. Sinna juhitakse ka tööstusettevõtete jääkveed, mis mõnigi kord sisaldavad suurtes kogustes elusorganismidele kahjulikke aineid.

Juba praegu puudub arengumaades puhas joogivesi 61% maa- ja 26% linnainimestel. Igal aastal sureb üle 5 miljoni inimese joogivee kaudu levivatesse nakkushaigustesse.

Veekogud – jõed, mered ja ookeanid – on muutunud olulisteks transporditeedeks. Laevadega veetakse tohututes kogustes ohtlikke veoseid, nagu näiteks naftat ja mitmesuguseid kemikaale, mis keskkonda sattudes kahjustavad elusorganisme. Tankerlaevadega juhtuvate õnnetuste tagajärjel satub vette suurel hulgal ohtlikke aineid. Arvatakse, et merereostuse tagajärjel hukkub igal aastal ainuüksi 100 000 vaala ja miljoneid merelinde.

45% merereostusest on põhjustanud otse sinna juhitud või jõgede poolt kantud reovesi, 33% õhu kaudu levinud saasteained, 12% laevaliiklus ja 10% tahtlikult merre uputatud jääkained. Igal aastal satub merre umbes 3 miljonit tonni naftat ning kalurite tegevuse tulemusena jääb merre umbes 150 000 tonni mitmesuguseid kalapüügiga seotud plastikust esemeid.

Eesti on joogiveega üldiselt hästi varustatud. Praegu on kasutusel umbes 16% olemasolevatest mageveevarudest. Vee kvaliteet on Eesti erinevates piirkondades üsna erinev. Kagu-Eesti ja Lõuna-Eesti joogiveel on kõrge rauasisaldus ja vähene joodi- (kaasneb kilpnäärmehaigus) ning fluori- (kaasneb hambakaariese teke) sisaldus. Kirde-Eesti joogivesi sisaldab palju kloori. Raud ja kloor ei tekita erilist tervisehäiret, kuid muudavad vee maitseomadusi. Kõrge fluorisisaldus Lääne-Eesti joogivees on põhjustanud lastel hambafluoroosi.



10.12. Reostunud veekogu

10.13. Tankerlaevadelt satub tavaid aineid

10.14. Joogivee kvaliteet on l vates piirkondades erinev

Mõnedes Eesti piirkondades on siiski puhta veega probleeme. Inimeste hoolimatu käitumise tagajärjel on pinnas reostunud peamiselt naftasaadustega. Probleemiks on ka paljude linnade elamurajoonide vesi, kus puudub kanalisatsioon ja olmeveed juhitakse pinnasesse. Selliste piirkondade joogivees suureneb eriti tugevasti lämmastikusisaldus.

Joogivesi ei saastu ainult naftasaaduste ja olmejääkidega, vaid ka mitmesuguste haigusetekitajatega. Kui vees elavad haigust tekitavad organismid kanduvad joogiveega inimeseni, põhjustavad nad sageli raskete tagajärgedega haigusi. Eestis on olnud juhtumeid, kus inimesed on haigestunud sooltepõletikku ja kollatõppe.

st pärit või veega seotud haigused ja hukkunud inimeste arv maailmas
91. aasta andmetel

igus või selle tekitaja	**Nakatunuid aastas**	**Hukkunuid aastas**
lera	500 000	20 000 (peamiselt Peruu ja Equador)
ulahtisustõbi	1 500 000 000	4 000 000
atüüfus jt sarnased haigused	1 000 000	25 000
iomüeliit (lastehalvatus)	200 000	25 000
asiitsed ümarussid	800-1000 000 000	20 000
asiitsed vereimiussid	200 000 000	200 000 (hukkub enamasti kaasnevate haiguste, näiteks kusepõie kasvaja tõttu)
šmanioos	12 000 000, lisandub 4000 000 uut haiget aastas	–
tustõbi	90 000 000	–
laaria	270 000 000	1–2 000 000
arusstõbi, haigus mida hjustab ümaruss onkotseera	18 000 000	300 000 jääb pimedaks, 20–50 000 hukkub

Et ka tulevikus jätkuks piisavalt puhast vett, on mõistlik juba täna vett säästlikult kasutada. Eestis kasutatakse joogi- ja tarbevееks nii põhjavett kui ka puhastatud järve- ja jõevett. Vee puhastamine toimub veepuhastusjaamades ning see on kallis. Et säilitada põhjaveevarusid ja ka vähem kulutada vee puhastamisele, tuleb vett säästvalt kasutada nii olmes kui ka tööstuses. Üha enam minnakse säästvattevõtetes üle vee korduvkasutamisele.

Järgmise sajandi suurprobleemiks arvatakse kujunevat sinikute masspaljunemise puhangud. Nende esinemine joogivees võib esile kutsuda mürgituse, looduslikes veekogudes ujumisel mürgituse või allergia. Miks on sinikud hakanud viimasel ajal massiliselt paljunema ei ole veel selge, kuid seda seostatakse vee suurema saastumisega.

Jäätmed kui ülemaailmne keskkonnaprobleem

Inimtegevuse tulemusel tekib alati jäätmeid. Varasematel aegadel, kui inimesi oli vähe, ei olnud see probleemiks, sest ka jäätmeid oli vähe. Põhiliselt olid need toiduks tarbitud loomade luud. Hiljem hakkas inimene valmistama ka töö-, jahi- ja sõjariistu, mille metallosad jäid samuti pikemaks ajaks loodusesse. Need aga ei rikkunud ega saastanud looduskeskkonda, sest neid polnud palju. Väljakaevatud esemete ja luude järgi on arheoloogidel olnud võimalik kirjeldada tolleaegsete inimeste tegevust ja toidumenüüd.

10.15. Prügimägedelt satub loodusesse j lagunemise tõttu reostavaid aineid

Rahvastiku kasvades ja elutingimuste paranedes hakkas rohkem tekkima olme- ja tootmisjäätmeid. Kui varem kasutati suurem osa jäätmetest uuesti energia saamiseks, siis tänapäeval on see osa väike. Linnastumise käigus tekib kasutuid jäätmeid üha rohkem. Neid veetakse spetsiaalselt selleks kohandatud paikadesse – prügimägedele, mis ka kujutavad endast ohtu, sest jäätmete lagunemise ja põlemise tõttu satub õhku reostavaid ja ebameeldiva lõhnaga gaase. Prügimäed võtavad enda alla ka järjest rohkem viljakat maad. Paljudes arenenud riikides (Saksamaa, Holland jt) on hakatud jäätmeid ümber töötlema. Mõnedes riikides uputatakse prügi ookeani. Selleks kogutakse prügi suurtele pargastele, millega viiakse kaugele merele ja seejärel heidetakse merre.

10.16. Kõik jäätmed, nende hulgas ka tuleb viia selleks ette nähtud kogumiskasti

Ohtlik prügi (ohtlikud keemilised ained, mürgid, elavhõbeda jäägid, patareid, akud, värvid, lakid jt) tuleb muuta kahjutuks. Selleks tuleb need jäätmed viia ohtlike jäätmete kogumise punktidesse. Sellised punktid on Eesti suuremates linnades olemas. Väiksemaid kogumiskaste (näiteks patareidele) on paljudes kauplusteski.

Märk, millega näidatakse, et toote materjal on taaskasutatav. (Eestis ei pruugi see toode olla ümbertöödeldav)

Saksa toodetel kasutatav märk, mis näitab, et tootja on maksnud pakendi ümbertöötluse eest Saksamaal.

10.17. Loodussõbralikkusele viitavad märgid toodetel

KÜSIMUSED JA ÜLESANDED

1. Milliseid probleeme põhjustab suurenenud puhta vee tarbimine?
2. Miks on just käesoleval ajal olmevee probleem muutunud väga aktuaalseks?
3. Selgitage, mis põhjustab veekogude reostamist. Kas seda on juhtunud ka teie kodukohas?
4. Milline on puhta vee probleem Eestis?
5. Milliseid haigusetekitajaid on vees ja millist ohtu nad inimesele kujutavad?
6. Mida tuleb teha, et säiliksid puhta vee varud?
7. Miks on ka prügimäed loodusele ohtlikud? Mida on ette võetud, et prügi saastaks loodust võimalikult vähe?

KOKKUVÕTE

Loodus- ehk elukeskkond moodustub eluta ja elusa looduse teguritest, mis mõjutavad organisme, sealhulgas ka inimest. Keskkonnakaitse on inimeste poolt loodud abinõude süsteem inimese ja looduse vaheliste suhete reguleerimiseks, et vähendada ja vältida elukeskkonna saastamist ning säilitada looduskeskkonda. Keskkonnakaitset reguleerivad rohked seadusandlikud aktid ja rahvusvahelised konventsioonid. Keskkonnakaitses on tähtis pidev keskkonna seisundi jälgimine ehk monitooring. Monitooringu käigus kogutakse andmeid paljude keskkonnaga seotud nähtuste (temperatuur, saasteainete sisaldus õhus ja vees, looma- ja taimeliikide elu ja kasvutingimused jne) kohta. Nende vaatluste alusel koostatakse kindlate perioodide järel keskkonnaseisundi hinnang ja prognoos. Ekspertiis on spetsialistide uurimistöö tulemusena antav hinnang kavandatavate muutuste mõjust keskkonnale, mis peab selgitama, kas kavandatavat tööd võib ette võtta.

Käesoleval ajal on keskkonda mõjutavatest teguritest olulised maailma rahvastiku kasv, inimkonna toiduprobleemid ja loodusvarade kasutamine, keskkonna saastumine olmejäätmete ja mürkidega ning puhta vee probleem.

Fotod

Edgar Kask 1.23; 4.5; 9.2; 10.1; 10.2; 10.5; 10.6; 10.7; 10.8; 10.10; 10.12; 10.15

Sirje Kivi 5.3; 5.5

Ülle Kollist 1.9

Kati Kuuse 5.14

Sulev Kuuse 5.1; 5.4; 5.8; 5.12; 5.13; 5.14, 5.15; 5.18; 6.1; 6.2; 6.3; 6.4

Triin Marandi 5.11

Margus Pedaste 8.7

Toomas Tamm 7.1; 7.2; 7.3; 7.7; 8.12; 9.3; 10.10; 10.11; 10.14; 10.16

Andres Toom 4.4

Õpikus on kasutatud ka Corel Stock Photo Library fotopangast pärit fotosid.

Maria Kik	9A	2001/02
Helen Pilak	9C	2002/03
Mario Kalan	9A	2003/04